

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS HUMANAS – ICH
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA**

ANGEL LOO

**ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DAS INUNDAÇÕES
DO RIO SESMARIA, EM RESENDE/RJ**

Juiz de Fora

2019

Angel Loo

**ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DAS INUNDAÇÕES
DO RIO SESMARIA, EM RESENDE/RJ**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Geografia, da Universidade Federal de Juiz de Fora, como requisito parcial à obtenção do grau de Mestra em Geografia. Área de concentração: Espaço e Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado

**Juiz de Fora
2019**

Ficha catalográfica elaborada através do programa de geração automática da Biblioteca Universitária da UFJF, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

Loo, Angel .

ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DAS INUNDAÇÕES DO RIO SESMARIA, EM RESENDE/RJ / Angel Loo. – 2019.

146 f.

Orientador: Pedro José de Oliveira Machado

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Juiz de Fora, Instituto de Ciências Humanas. Programa de Pós Graduação em Geografia, 2019.

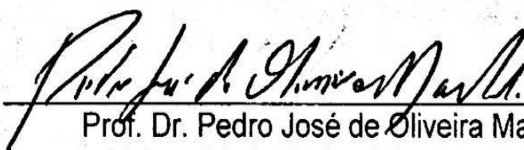
1. Inundações urbanas. 2. Bacias hidrográficas. 3. Uso e cobertura da terra. 4. Morfometria. 5. Gestão de recursos hídricos. I. Machado, Pedro José de Oliveira , orient. II. Título.

ANGEL LOO

ANÁLISE DOS CONDICIONANTES DAS INUNDAÇÕES DO RIO
SESMARIA, EM RESENDE/RJ

Dissertação apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Geografia da
Universidade Federal de Juiz de Fora
como requisito parcial à obtenção do grau
de Mestra em Geografia.

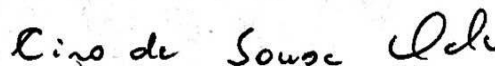
Dissertação defendida e aprovada em 28 de junho de 2019.



Prof. Dr. Pedro José de Oliveira Machado
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Ricardo Tavares Zaidan
Universidade Federal de Juiz de Fora



Prof. Dr. Ciro de Souza Vale
Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais – Campus Juiz de Fora

AGRADECIMENTOS

Nunca pensei que seria fácil, mas também não imaginava que seria uma caminhada tão dura. Fazer esse mestrado me deu a certeza que o caminho que escolhi desde a graduação, foi o certo.

Agradeço primeiramente aos meus pais e meus irmãos, que me apoiaram desde a ideia de prestar um mestrado até o presente momento e sei que continuarão a me apoiar em qualquer decisão que eu tomar.

Agradeço aos professores da PPGEIO por todos os ensinamentos, sejam em salas de aula ou em pequenas conversas pelos corredores do ICH.

Agradeço à Mirella, que foi uma das primeiras pessoas que conversei quando cheguei, tornando-se uma das mais importantes na minha vida, dividiu comigo as dores e alegrias dessa caminhada, a paixão pelo estudo das águas, seus amigos que se tornaram meus e sua família. Obrigada por tudo.

À Geisa, que apesar da pouca convivência, pude ver a garra e a persistência que tem. Tornou-se uma das pessoas essenciais nessa caminhada, a qual dividiu comigo suas angústias e alegrias. Obrigada.

Às meninas da turma de 2018 que me receberam com muito carinho, em especial à Samarane, que dividiu comigo manhãs e tardes de estudos na biblioteca, choros, desabafos, alegrias e risos, dos vários almoços e lanches, em apenas um ano e meio de convivência. Obrigada por tudo.

Agradeço ao LGA, em especial ao Francisco, Robson e Rômulo, os quais sempre estiveram prontos em me ajudar sempre que eu precisava, deixando de lado os seus próprios trabalhos. Obrigada.

Agradeço às minhas amigas Carolina, Elisa, Jacqueline e Renata que há anos estão comigo, me dando apoio mesmo que por distância. Saudades.

Agradeço, por último, mas não menos importante, ao meu orientador Pedro José de Oliveira Machado, que sem ele eu não teria conseguido terminar. Obrigada pelas palavras de apoio, pelos ensinamentos, pelos puxões de orelha que me foram essenciais, por não me deixar desistir quando eu mesma não conseguia seguir. Por me mostrar que apesar de ser uma caminhada dura, eu não estava sozinha. Não me canso de dizer, aos que me perguntam, que eu não teria tido um melhor orientador como o Pedro foi. Obrigada por tudo.

“Sente-se sufocado aquele sem um objetivo de vida.”

Fiódor Dostoiévski

Resumo

O processo de urbanização e crescimento demográfico que a maioria das cidades brasileiras vem enfrentando, desorganizadamente, acaba por gerar consequências muito negativas aos seus habitantes. A falta de um modelo de planejamento que vise a ocupação da população em planícies de inundação, por exemplo, faz com que ela seja a maior vítima das inundações que são recorrentes na maioria das cidades. As inundações do Rio Sesmaria são antigas, porém, vem se intensificando ao longo dos anos devido ao forte crescimento urbano que Resende vem enfrentando a partir dos anos 1940. Para entender tais eventos, essa dissertação teve como objetivo principal analisar os condicionantes que contribuem direta e/ou indiretamente para a ocorrência ou intensificação das inundações do Rio Sesmaria. A elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra permitiram mostrar as profundas transformações que a região vem passando nos últimos 30 anos. Tais avaliações foram de extrema importância para entender como a bacia vem respondendo às transformações econômicas regionais e como tudo isso tem interferido na relação entre sociedade e inundações.

Palavras-chaves: Inundações urbanas; Uso e cobertura da terra; Bacia hidrográfica; Gestão de recursos hídricos.

ABSTRACT

The process of urbanization and demographic development which most Brazilian cities are facing, disorganized, ends up generating very negative consequences for its inhabitants. The lack of a planning model aimed at occupying the population in flood plains for example, makes it the biggest victim of flooding that is recurrent in most cities. The floods of the Sesmaria River are old, however, has been intensifying over the years due to the strong urban growth that Resende has been facing since the 1940s. To understand such events, this dissertation had as main objective is to analyze the factors that contribute directly and / or indirectly to the occurrence or flooding of the Sesmaria River. The elaboration of land use and land cover maps showed the profound transformations that the region has been experiencing over the past 30 years. Such assessments were of extreme importance to understand how the basin has been responding to regional economic transformations and how all this has interfered in the relationship between society and floods.

Key words: Urban floods; Land use and land cover; Hydrographic basin; Management of water resources.

LISTA DE FIGURAS.....	10
LISTA DE QUADROS.....	12
LISTA DE GRÁFICOS.....	13
LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS.....	14
SUMÁRIO.....	15

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1: DIFERENCIAÇÃO DE ENCHENTE, INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO.	24
FIGURA 2: LOCALIZAÇÃO DO MUNICÍPIO DE RESENDE.....	30
FIGURA 3: LOCALIZAÇÃO DA IGREJA MATRIZ E DO BAIRRO LAVAPÉS, CONSIDERADO O PRIMEIRO BAIRRO DA CIDADE (S/D).....	32
FIGURA 4: LOCALIZAÇÃO DO BAIRRO CAMPOS ELÍSEOS (S/D).....	33
FIGURA 5: PLANTA DA CIDADE DE RESENDE EM 1861.....	34
FIGURA 6: LOCALIZAÇÃO DA FUTURA ESCOLA MILITAR DE RESENDE, EM 1935.....	35
FIGURA 7: ESCOLA MILITAR DE RESENDE, LOGO APÓS A SUA INSTALAÇÃO EM, 1945.....	36
FIGURA 8: EVOLUÇÃO DO USO DA TERRA NO VALE DO RIO PARAÍBA DO SUL.	38
FIGURA 9: LOCALIZAÇÃO DAS RODOVIAS PRESIDENTE DUTRA E TROPEIROS.....	39
FIGURA 10: DENSIDADE DEMOGRÁFICA DA BHRS NO MUNICÍPIO DE RESENDE.....	40
FIGURA 11: LOCALIZAÇÃO DOS BAIRROS AFETADOS PELAS INUNDAÇÕES DE 2010.	41
FIGURA 12: PRECIPITAÇÕES E TEMPERATURA MÉDIA MENSAL NO DOMÍNIO COLINOSO E MONTANHOSO DO MVRPS.	49
FIGURA 13: LOCALIZAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS E PLUVIOMÉTRICAS.....	50
FIGURA 14: TEMPERATURAS MÁXIMA, MÍNIMA E A MÉDIA, EM °C, EM RESENDE/RJ	51
FIGURA 15: CURSO ANUAL DA UMIDADE RELATIVA DO AR, EM %, EM RESENDE/RJ.	52
FIGURA 16: PRECIPITAÇÃO MÉDIA MENSAL (JANEIRO A DEZEMBRO) DAS ESTAÇÕES DE RESENDE, FORMOSO E FAZENDA DAS GARRAFAS	53
FIGURA 17: FREQUÊNCIA DOS DIAS COM E SEM CHUVA DAS ESTAÇÕES DE RESENDE, FORMOSO E FAZENDA DAS GARRAFAS.....	53
FIGURA 18: HISTOGRAMA DE FREQUÊNCIA DOS DIAS DE CHUVAS COM A PRECIPITAÇÃO DAS ESTAÇÕES DE RESENDE, FORMOSO E FAZENDA DAS GARRAFAS.	54
FIGURA 19: INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE RESENDE. MARÇO, 2010.	56
FIGURA 20: INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE RESENDE. DEZEMBRO, 2010.	56
FIGURA 21: FLUXOGRAMA REFERENTE ÀS CAUSAS DAS INUNDAÇÕES DO RIO SESMARIA	61
FIGURA 22: DELIMITAÇÃO DE APP.	66
FIGURA 23: DELIMITAÇÃO DE APP DE NASCENTES.....	67
FIGURA 24: MDE DA BHRS.	67
FIGURA 25: CRIAÇÃO DO MAPA DE DECLIVIDADE.....	68
FIGURA 26: DELIMITAÇÃO DE APP DE TOPOS DE MORROS.....	69
FIGURA 27: HIERARQUIZAÇÃO PROPOSTA POR STRAHLER.....	70
FIGURA 28: HIERARQUIZAÇÃO PROPOSTA POR HORTON.....	70
FIGURA 29: PADRÕES DE DRENAGEM.	72

FIGURA 30: REPRESENTAÇÃO DE UMA BACIA ARREDONDADA.....	74
FIGURA 31: REPRESENTAÇÃO DE UMA BACIA ALONGADA.....	75
FIGURA 32: REPRESENTAÇÃO DE UMA BACIA ARREDONDADA.....	75
FIGURA 33: MAPA DE DECLIVIDADE DA BHRS	79
FIGURA 34: MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O ANO DE 1988	82
FIGURA 35: MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O ANO DE 1997	86
FIGURA 36: MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O ANO DE 2008	89
FIGURA 37: EUCALIPTOS NO LIMITE DE QUELUZ - SP COM RESENDE - RJ...	91
FIGURA 38: MAPA DE USO E COBERTURA DA TERRA PARA O ANO DE 2018.	94
FIGURA 39: LOCALIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO TERRAS ALPHA VILLE	98
FIGURA 40: CLASSES DE APP ENCONTRADAS NA BHRS.....	102
FIGURA 41: OCUPAÇÃO NAS MARGENS DO RIO SESMARIA NO CENTRO DE RESENDE.....	103
FIGURA 42: CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA ENCONTRADAS EM APP NA BHRS	105
FIGURA 43: MUROS DE GABIÃO ENCONTRADOS AO LONGO DO RIO SESMARIA, NO BAIRRO PARQUE IPIRANGA II.....	113
FIGURA 44: LIMPEZA DO RIO SESMARIA NO BAIRRO JARDIM BRASÍLIA I.	114
FIGURA 45: LOCALIZAÇÃO DA UHE DO FUNIL EM RELAÇÃO A RESENDE E À BHRS	115
FIGURA 46: BARRAGEM DO FUNIL.	116
FIGURA 47: BARRAGEM DO FUNIL EM 1969.	117

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1: CONCEITUAÇÃO DE INUNDAÇÕES GRADUAIS	20
QUADRO 2: DEFINIÇÕES DE INUNDAÇÕES BRUSCAS	20
QUADRO 3: CONCEITOS DE BACIA HIDROGRÁFICA	26
QUADRO 4: CONCEITO DE SUB-BACIAS	26
QUADRO 5: CONCEITOS DE MICROBACIA HIDROGRÁFICA.	27
QUADRO 6: BAIRROS ABRANGIDOS PELA BHRS	40
QUADRO 7: BAIRROS AFETADOS PELAS INUNDAÇÕES DE 2010	41
QUADRO 8: BAIRROS E RUAS DIRETAMENTE LIGADAS AO RIO SESMARIA	42
QUADRO 9: DADOS DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS E METEOROLÓGICAS UTILIZADAS	50
QUADRO 10: REGISTROS DAS INUNDAÇÕES E CHEIAS DO RIO SESMARIA AO LONGO DOS ANOS.	58
QUADRO 11: BASES UTILIZADAS NO MAPEAMENTO DE USO DA TERRA	63
QUADRO 12: DESCRIÇÃO DOS PRINCIPAIS TIPOS DE PADRÕES DE DRENAGEM	73
QUADRO 13: CLASSIFICAÇÃO DA DENSIDADE DE DRENAGEM	76
QUADRO 14: CLASSES DE DECLIVIDADES DE ACORDO COM O EMBRAPA	78
QUADRO 15: RELAÇÃO DE DECLIVIDADE ENCONTRADA NA BHRS	80
QUADRO 16: RELAÇÃO DAS CLASSES DE DECLIVIDADE PARA AS SUB-BACIAS DO RIO FEIO, FORMOSO E BAIXO CURSO	80
QUADRO 17: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 1988	83
QUADRO 18: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 1988, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS	83
QUADRO 19: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 1997	87
QUADRO 20: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 1997, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS	87
QUADRO 21: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 2008	90
QUADRO 22: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 2008, SEGUNDO OS MUNICÍPIOS	90
QUADRO 23: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 2018	95
QUADRO 24: QUANTITATIVOS DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS, PARA O ANO DE 2018.	95
QUADRO 25: EVOLUÇÃO DO USO E COBERTURA DA TERRA NA BHRS	99
QUADRO 26: QUANTITATIVO DAS CLASSES DE APP ENCONTRADAS NA BHRS	103
QUADRO 27: QUANTIFICAÇÃO DAS CLASSES DE USO E COBERTURA DA TERRA ENCONTRADAS EM APP NA BHRS	106
QUADRO 28: MORFOMETRIA DA BHRS E SUAS SUB-BACIAS	108
QUADRO 29: MEDIDAS ESTRUTURAIS ENCONTRADAS AO LONGO DOS CANAIS	111
QUADRO 30: DATAS DAS OCORRÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES DO RIO PARAÍBA DO SUL	121

LISTA DE GRÁFICO

GRÁFICO 1: EVOLUÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DA TERRA NA BHRS.	100
---	-----

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AMAR - Agência do Meio Ambiente do Município de Resende

ANA – Agência Nacional das Águas

APP – Área de Preservação Permanente

AVADAN Avaliação de Danos da Defesa Civil

BHRS – Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM – Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais

EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IFDM – Índice de Desenvolvimento Municipal

INB – Indústrias Nucleares Brasileiras

ITP – Instituto de Pesquisas Tecnológicas

FIRJAN – Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro

MDE – Modelo Digital de Elevação

MMA – Ministério do Meio Ambiente

MINC. – Ministério das Cidades

ONS - Operador Nacional do Sistema Elétrico

RCSB – Rift Continental do Sudeste do Brasil

SUBF – Sub-bacia do Rio Feio

SUBFOR – Sub-bacia do Rio Formoso

SUBRSD – Sub-bacia de Resende (Baixo curso do Sesmaria)

UHE – Usina Hidrelétrica do Funil

USGS - Serviço Geológico dos Estados Unidos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	OBJETIVO GERAL	17
2.1	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	17
3	REFERENCIAL TEÓRICO	18
3.1	Inundação	18
3.2	Enchentes	21
3.3	Alagamentos	22
3.4	Bacias Hidrográficas	24
3.4.1	Sub-bacias e microbacias	25
3.5	Planície de Inundação	28
3.6	Parâmetros Morfométricos.....	28
4	ÁREA DE ESTUDO.....	29
4.1	Ocupação regional e formação de Resende	29
4.2	Resende nos dias de hoje	37
4.3	Ocupação da Bacia do Rio Sesmaria	37
4.4	População residente no baixo curso da BHRS.....	39
4.5	Geologia.....	43
4.5.1	Bacia Sedimentar de Resende	44
4.6	Geomorfologia	45
4.6.3	Morro do Taquaral	48
4.6.4	Tabuleiros da bacia de Resende	48
4.7	Clima.....	48
4.8	Regime Pluviométrico da BHRS.....	51
4	HISTÓRICO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA	55
5	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	59
5.1	Uso e Cobertura da Terra	61
5.1.1	Elaboração dos mapas de Uso e Cobertura da Terra	62
5.2	Elaboração dos mapas de ocupação em APP.....	64
5.3	Determinação dos parâmetros morfométricos	69
5.3.1	Hierarquia de drenagem	69
5.3.2	Padrão de Drenagem	71
5.3.3	Área da Bacia (A)	73
5.3.4	Perímetro (P).....	73
5.3.6	Forma da Bacia	74
5.3.7	Fator de Forma (Kf).....	75

5.3.8 Densidade de Drenagem (Dd).....	76
5.3.9 Coeficiente de Compacidade (kc).....	76
5.3.10 Índice de Sinuosidade	76
6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	77
6.1 Causas Intrínsecas.....	77
6.1.1 Declividade	77
6.1.2 Uso e cobertura da terra	81
6.1.2.1 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1988.....	81
6.1.2.2 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1997.....	85
6.1.2.3 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008.....	88
6.1.2.4 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2018.....	93
6.1.3 Mapeamento das APP da BHRS.....	100
6.1.3.1 Mapeamento das áreas de conflitos nas áreas de APP da BHRS	104
6.1.4 Morfometria	107
6.1.5 Intervenções no Canal.....	110
6.2 Causas Extrínsecas.....	114
6.2.1 Usina Hidrelétrica do Funil (UHE).....	114
6.2.2. As cheias do Rio Paraíba do Sul.....	120
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	122
8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	124
ANEXO A.....	135

1 INTRODUÇÃO

A partir da metade do século XX a urbanização no Brasil tornou-se mais acelerada (TUCCI, 2008), e a partir desse mesmo momento as questões relativas ao meio ambiente ganharam centralidade e passaram a ser um dos temas mais discutidos.

Nosso processo de urbanização trouxe certamente muitos benefícios, porém, em contrapartida, o uso demasiado dos recursos naturais e a falta de planejamento e gestão ambiental – realizados por órgãos competentes, capazes de equacionar o uso excessivo dos recursos e o crescimento populacional desordenado – trouxeram vários impactos negativos. Os problemas socioambientais agravaram-se com as transformações dos usos e ocupação da terra, realizados de maneira inadequada, especialmente nas cidades. A população de baixa renda passou a ocupar áreas impróprias, se colocando em situação de maior vulnerabilidade às consequências de eventos como enchentes e inundações.

A impermeabilização das superfícies, a retirada da cobertura vegetal e a poluição dos recursos hídricos, aumentaram as ocorrências de enchentes e inundações nos centros urbanos, gerando efeitos negativos, como doenças, perdas materiais e, em casos mais graves, perdas humanas. Tucci (2007 p. 15) afirma que “as enchentes urbanas se constituem num dos importantes impactos sobre a sociedade”.

A cidade de Resende, localizada no vale do Paraíba fluminense, é uma das que têm sofrido com os muitos episódios de inundações, que têm se repetido ao longo dos anos, devido, em grande parte, às inúmeras ações transformadoras realizadas pela sociedade, consequências da urbanização e do crescimento demográfico acelerado.

Em razão do exposto, torna-se importante o estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria (BHRS), que vem sofrendo um processo de ocupação expressivo durante anos, principalmente no seu baixo curso, localizado na área urbana de Resende, exatamente onde esse curso d'água tem provocado muitos prejuízos, em função de seus constantes transbordamentos. Ao longo dos anos a bacia vem perdendo sua cobertura vegetal original, a Mata Atlântica, substituída por pastagens e gramíneas, devido ao avanço da pecuária extensiva e, mais recentemente, por plantações de eucaliptos destinados à produção de celulose e papel, contando-se ainda as novas áreas que estão sendo impermeabilizadas em razão de novos empreendimentos urbanos localizados próximos ao rio principal da bacia, o Sesmaria. O serviço de drenagem das águas pluviais urbanas é operado pela Prefeitura Municipal de Resende, através de sua Secretaria de Obras. Para a contenção de enchentes a prefeitura tem realizado obras visando à contenção desses fenômenos ao longo dos canais

inseridos no município. Realiza de intervenções nos canais até a limpeza das estruturas hidráulicas, e mesmo assim os cursos d'água localizados na área urbana, como é o caso do Rio Sesmaria, continuam ocasionando prejuízos econômicos em razão de suas inundações.

A BHRS, como será discutido, não apresenta características físicas, especialmente morfométricas, que a enquadrem como uma bacia propícia à ocorrência de inundações, porém, isso não condiz com a realidade, visto que em períodos de chuva intensa os episódios de inundações têm sido constantes, e apesar dos esforços da Prefeitura de Resende, a população continua sofrendo com os efeitos desse fenômeno.

Para entender as inundações que caracterizam a bacia do Rio Sesmaria tornou-se necessário e importante analisar as diversas influências que a bacia sofre (tanto as causas intrínsecas quanto as extrínsecas a ela), suas características morfométricas e, especialmente, as transformações que ela vem sofrendo ao longo dos anos, seja devido ao processo de urbanização, às próprias obras para a contenção de enchentes, às transformações dos usos e cobertura da terra na bacia, e à substituição da cobertura vegetal original. Esses fatores, que podem causar e/ou intensificar a ocorrência de inundações locais, e que desde a ocupação inicial vem trazendo grandes transtornos, constituíram o objeto de pesquisa dessa dissertação.

2 OBJETIVO GERAL

O objetivo principal dessa pesquisa foi levantar e analisar os condicionantes responsáveis pela ocorrência das enchentes do Rio Sesmaria na área urbana de Resende/RJ.

2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Analisar os principais condicionantes naturais e antrópicos, intrínsecos e extrínsecos à bacia, ligados à ocorrência das inundações do Rio Sesmaria;
- Estudar as transformações ocorridas nos usos, ocupação e cobertura do solo da bacia hidrográfica do Rio Sesmaria e sua relação com a ocorrência das inundações;
- Elaboração dos mapas de uso e cobertura da terra para a BHRS e suas sub-bacias, retratando as transformações ocorridas nos últimos 30 anos;
- Elaboração dos mapas de APP da BHRS e suas sub-bacias, identificando as áreas de conflitos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesse capítulo são apresentados os conceitos norteadores para a realização dessa dissertação, tendo sido os mesmos escolhidos em função de sua relevância com o tema.

3.1 Inundação

Amaral e Ribeiro (2012) classificam as inundações como “eventos naturais que ocorrem com periodicidade nos cursos d’água, frequentemente deflagrados por chuvas fortes e rápidas ou chuvas de longa duração”.

Tucci e Bertoni (2003) classificam as inundações em dois tipos elementares:

a) Inundações ribeirinhas: “processos naturais que acontecem, geralmente, em bacias de médio e grande porte. Quando se tem uma precipitação muito intensa a qual ultrapassa a capacidade de drenagem do rio, conseqüentemente, resultará em inundação nas áreas ribeirinhas”.

b) Inundações urbanas: já as inundações devidas à urbanização são processos diretamente relacionados com as atividades antrópicas realizadas nas áreas urbanas, como o uso e ocupação irregular das planícies e margens de cursos d’água, alterações nas bacias hidrográficas (retirada da cobertura vegetal, retificação e canalização de cursos d’água), entre outros. Essas inundações ocorrem em bacias pequenas, com exceção para as grandes cidades. Esse tipo de inundação acontece à medida que a população impermeabiliza a superfície, o que diminui a infiltração e, portanto, acelera o escoamento superficial, aumentando a vazão nos condutos e dificultando assim a drenagem do local.

O impacto produzido pela inundação à população ocorre quando a mesma ocupa o leito menor do rio/planície de inundação, o que a torna vulnerável a esses eventos com frequência. Na maioria dos municípios, essas áreas são ocupadas pela população, majoritariamente, de baixa renda, trazendo grandes perdas materiais e de vidas, gerando assim um grande efeito negativo associado à inundação.

A magnitude e frequência das inundações ocorrem em função da intensidade e distribuição da precipitação, da taxa de infiltração de água no solo, do grau de saturação do solo e das características morfométricas e morfológicas da bacia de drenagem (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

Goerl e Kobiyama (2005) ainda classificam dois tipos de inundações mais recorrentes no Brasil: as inundações graduais e as inundações bruscas. As inundações são

classificadas pela Defesa Civil, de acordo com a sua magnitude (excepcionais, de grande magnitude e normais ou regulares, de pequenas magnitudes) e em função do seu padrão evolutivo (inundações graduais, bruscas e alagamentos).

a) Inundações graduais: São aquelas em que ocorre gradualmente a elevação do nível das águas e, por consequência, o transbordamento ocorre de forma lenta, havendo tempo para que a população possa procurar abrigo e/ou evitar prejuízos maiores.

Goel e Kobiyama (2011) elucidam que as inundações graduais são aquelas que ocorrem “quando a água se eleva de forma lenta e previsível, mantém-se em situação de cheia durante algum tempo, e a seguir escoam gradualmente”.

b) Inundações bruscas ou enxurradas: as inundações bruscas, também conhecidas como enxurradas, ocorrem repentinamente, com pouco ou nenhum tempo de alerta, impedindo que a população possa procurar ajuda, gerando assim grandes perdas. Diversos fatores podem desencadear uma inundação brusca, geralmente sendo resultados de chuvas fortes, concentradas em uma pequena área. Outro fator possível é o rompimento de barragens, represas ou diques. Quando uma barragem ou dique se rompe, um grande volume de água é liberado repentinamente, destruindo tudo o que encontra no caminho. Esse tipo de inundação está geralmente relacionado ao tipo de relevo, o que influencia diretamente na velocidade do escoamento, podendo mover pedregulhos, arrancar árvores, destruir casas ou qualquer outro tipo de estrutura que não seja projetada para suportar este impacto (BARBOSA, 2006).

Castro (2003) afirma que as “enxurradas são provocadas por chuvas intensas e concentradas, em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por produzirem súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais se escoam de forma rápida e intensa. Nessas condições, ocorre um desequilíbrio entre o continente (leito do rio) e o conteúdo (volume caudal), provocando transbordamento”.

A partir dessa premissa, inundação brusca ou enxurrada é definida como o “escoamento superficial concentrado e com alta energia e transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. É comum a ocorrência de inundações bruscas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d’ água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural” (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

Apesar de existir uma diferenciação entre a inundação gradual e as bruscas (Quadro 1 e Quadro 2) há grande dificuldade em diferenciá-las.

Quadro 1: Conceituação de inundações graduais

AUTOR	DEFINIÇÃO
Castro (1999)	As águas elevam-se de forma paulatina e previsível, mantém em situação e cheia durante algum tempo e, a seguir, escoam gradualmente. Normalmente, as inundações graduais são cíclicas e nitidamente sazonas (inundação gradual ou enchente).
Tucci e Bertoni (2003)	Quando a precipitação é intensa e o solo não tem capacidade de infiltrar, grande parte do volume escoam para o sistema de drenagem, superando sua capacidade natural de escoamento. O excesso de volume que não consegue ser drenado ocupa a várzea, incluindo de acordo com a topografia áreas próximas aos rios (inundação ribeirinha).
Mediondo (2005)	O transbordamento do curso do rio é, normalmente, o resultado de prolongada e copiosa precipitação de uma grande área. Inundações de rio acontecem associadas a sistemas de grandes rios em trópicos úmidos (inundação fluvial).
NWS/NOAA (2005)	A inundação de uma área normalmente seca causada pelo aumento do nível das águas em um curso de d'água estabelecido, como um rio, um córrego ou um canal de drenagem, ou um dique, perto ou no local onde a chuvas precipitaram (inundação).

Fonte: Goerl & Kobiyama (2011)

Quadro 2: Definições de Inundações Bruscas

AUTOR	DEFINIÇÃO
WMP (1994)	Em bacias pequenas, de rápida resposta, como as de tempo de concentração menor de seis horas
Castro (1999)	São provocadas por chuvas intensas e concentram-se em regiões de relevo acidentado, caracterizando-se por súbitas e violentas elevações dos caudais, os quais escoam-se de forma rápida e intensa.
Mediondo (2005)	É um evento de inundação de curta duração com uma rápida elevação da onda de inundação rápida elevação do nível das águas. São causadas por pesadas, geralmente curtas precipitações, como uma chuva torrencial, em uma área que frequentemente é pequena.
NWM/NOAA (2005)	Uma inundação causada pela pesada ou excessiva chuva em um curto período de tempo, geralmente menos de seis horas. Também, as vezes uma quebra de barragem pode causar inundação brusca, dependendo do tipo de barragem e o período de tempo que ocorre a quebra.

Fonte: Goerl & Kobiyama (2011)

3.2 Enchentes

Segundo Tucci (1997), a enchente também conhecida “como cheia é uma situação de transbordamento do leito principal ou leito menor de um rio, provocada, geralmente, por eventos de chuvas intensas e contínuas”. Ou seja, “o conceito de cheia está, normalmente, associado à ocorrência de um valor muito elevado de caudal num curso d’água, resultante da ocorrência de precipitação intensa” (MADEIRA, 2005).

A enchente é parte integrante do ciclo da água na natureza e, portanto, “trata-se de um fenômeno natural cujas consequências só trarão danos e prejuízos, à medida que seus efeitos interfiram no bem-estar da sociedade” (COSTA & TEUBER, 2001).

De acordo com a Agência Nacional de Águas (ANA), as cheias ou enchentes, são vazões que elevam os níveis de água de um corpo d’água (rios, lagos, lagoas, etc.), até o limite da capacidade de drenagem de sua calha. Tucci (2005) menciona que as enchentes são proporcionadas por condições meteorológicas e hidrológicas, decorrentes de eventos naturais e precipitações pluviométricas intensas.

Madeira (2005) aponta que apesar de vários estudos realizados com o conceito de cheias, não existe uma unanimidade sobre a definição do próprio, havendo autores que o descrevem como “(...) decorrentes do caráter aleatório dos processos hidrológicos”, enquanto outros o definem como “fenômenos foras de série, de caráter verdadeiramente excepcional”.

Christofoletti (1980) classifica as cheias e enchentes como fenômenos diferentes do ponto de vista geomorfológico. Quando as cheias ultrapassam o leito maior, cobrindo o leito excepcional (também chamado de planície de inundação), passam a ser denominadas enchentes. Segundo o autor, o que difere as duas terminologias de ‘cheia’ e ‘enchente’ é a quantidade de água e a sua área de atuação, citando ainda que a cheia é o fenômeno que ocupa o leito maior de um rio “pelo menos uma vez ao ano”.

Para Guerra e Guerra (2003, p. 221) enchentes “são as grandes chuvas que ocorrem nos rios. Geralmente causam verdadeiros desastres, provocando perdas na agricultura, pecuária e cidades próximas etc. [...] o que caracterizam as enchentes é sua irregularidade, não ocorrendo todos os anos”. Santos (2007) aponta que não existe rio sem enchente.

Esse fenômeno é frequente desde as primeiras civilizações, quando o homem procurava se estabelecer em áreas que houvesse abundância de água, para seu

desenvolvimento. Assim as cidades acabaram por se desenvolver ao longo dos rios ou em litorais.

Devido às modificações e transformações que a urbanização acarreta ao meio, as áreas de risco considerável, como as planícies de inundação, foram ocupadas, principalmente, pela população de baixa renda, trazendo como consequências prejuízos humanos e materiais (TUCCI, 1997).

3.3 Alagamentos

O Ministério das Cidades/IPT (Mic/IPT, 2007) define alagamento como o “acúmulo momentâneo de águas em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial”.

Castro (2003) define alagamento como “águas acumuladas nas ruas e nos perímetros urbanos por fortes precipitações pluviométricas, em cidades com sistemas de drenagem deficientes”. Está diretamente relacionado ao extravasamento das águas e à deficiência da rede de drenagem, o que acaba dificultando a vazão das águas acumuladas, com precipitações intensas.

Ainda de acordo com esse último autor os alagamentos se relacionam com a redução da infiltração natural das águas nos solos urbanos, o que pode resultar de:

- Compactação e impermeabilização do solo;
- Pavimentação de ruas e construção de calçadas, reduzindo a superfície de infiltração;
- Construção adensada de edificações, que contribui para reduzir o solo exposto e concentrar o escoamento das águas;
- Desmatamento de encostas e assoreamento dos rios que se desenvolvem no espaço urbano;
- Acumulação de detritos em galerias pluviais, canais de drenagem e cursos d'água;
- Insuficiência da rede de galerias pluviais;
- Os alagamentos são frequentes nas cidades mal planejadas ou quando crescem explosivamente, dificultando a realização de obras de drenagem e de esgotamento das águas pluviais.

A probabilidade de ocorrência de enchente, inundação e/ou alagamento é analisada pela combinação de fatores naturais e antrópicos (AMARAL e RIBEIRO, 2009).

De acordo com os autores, os fatores naturais são:

- a) formas do relevo;
- b) características da rede de drenagem da bacia hidrográfica;
- c) intensidade, quantidade, distribuição e frequência das chuvas;
- d) características do solo e o teor de umidade;
- e) presença ou ausência da cobertura vegetal.

Segundo os citados autores, os fatores antrópicos que acentuam ainda mais os processos de inundação são:

- a) uso e ocupação irregular nas planícies e margens de cursos d'água;
- b) disposição irregular de lixo nas proximidades dos cursos d'água;
- c) alterações nas características da bacia hidrográfica e dos cursos d'água (vazão, retificação e canalização de canais, impermeabilização do solo, entre outras);
- d) intenso processo de erosão dos solos e de assoreamento dos cursos d'água.

Os efeitos gerados pelas enchentes, inundações e alagamentos são acentuados de acordo com o número de afetados, que geralmente é alto, visto que envolvem efeitos diretos e indiretos. Dentre os efeitos diretos destacam-se as mortes por afogamento, destruição de moradias e danos materiais. Entre os efeitos indiretos destacam-se as doenças transmitidas por água contaminada, como a leptospirose, a febre tifóide, a hepatite e a cólera (Ministério das Cidades/ IPT, 2007). A Figura 1 ilustra a diferenciação entre enchente, inundação e alagamento, segundo a Defesa Civil de São Bernardo do Campo/SP.



Figura 1: Diferenciação de enchente, inundação e alagamento.

Fonte: Defesa Civil de São Bernardo do Campos/SP (2011) – (disponível em:

<http://dcsbcsp.blogspot.com/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html> - acesso em outubro/2018).

3.4 Bacias Hidrográficas

A adoção da bacia hidrográfica como unidade de gestão se mostra bastante coerente uma vez que ela guarda relação física direta com a água. Tudo o que ocorre em uma bacia hidrográfica, em termos de quantidade e qualidade de suas águas, costuma estar altamente inter-relacionado (PORTO e PORTO, 2008). Segundo Botelho e Silva (2004) a bacia hidrográfica “é reconhecida como unidade espacial na Geografia Física desde o fim dos anos 1960”.

As bacias se caracterizam por serem constituídas por um rio principal e seus afluentes, que transportam água e sedimentos ao longo dos seus canais. São delimitadas pelos divisores de águas, que separam uma bacia da outra, e, internamente, existem elevações, denominadas de interflúvios, que dividem sub-bacias hidrográficas (ARAÚJO, *et al* 2005).

Lima e Zakia (1996) expõem que “a bacia hidrográfica pode ser considerada um sistema geomorfológico aberto e, como tal, ela se encontra, mesmo quando não perturbada, em contínua flutuação, num estado de equilíbrio transacional ou dinâmico”. Sendo assim, a área da bacia hidrográfica tem influência sobre a quantidade de água produzida como deflúvio. Ou seja, “[...] as bacias hidrográficas integram uma visão conjunta de comportamento das condições naturais e das atividades humanas nelas desenvolvidas uma vez que mudanças significativas em qualquer dessas unidades podem

gerar alterações, efeitos e/ou impactos a jusante e nos fluxos energéticos de saída (descarga, cargas sólida e dissolvida) ” (GUERRA e CUNHA, 2001).

Botelho e Silva (2004) elucidam que estudar uma bacia hidrográfica “torna-se importante pelo fato de ser um espaço de gestão, onde são geradas informações que auxiliam no planejamento territorial do espaço geográfico”.

3.4.1 Sub-bacias e microbacias

Os termos sub-bacia e microbacia hidrográfica também são encontrados em diversas literaturas técnico-científicas, porém, não partilham o mesmo significado de bacia hidrográfica, não havendo consenso quanto às suas definições.

De acordo com Botelho e Silva (2004) nota-se certa resistência, por parte da comunidade científica em adotar a microbacia hidrográfica como célula de análise e assim denominá-la. Eles enfatizam “que por diversas vezes autores preferem o termo sub-bacia a microbacias, configurando assim falha semântica, já que a menção à sub-bacia, independente das suas dimensões, pressupõem não só necessariamente sua inserção em outra bacia de tamanho maior, mas seu vínculo com a mesma no estudo”.

Mosca (2003) destaca que o conceito de microbacia aparece em Moldan & Cerny (1807) com o sentido de unidade de paisagem mais básica para estudar os processos hidrológicos.

Nos quadros 3 e 4, organizados por Machado (2012) é possível observar vários conceitos de bacia hidrográfica, sub-bacias hidrográficas e microbacias hidrográficas, utilizados por diversos autores.

Quadro 3: Conceitos de bacia hidrográfica

<ul style="list-style-type: none"> • “Área total de superfície de terreno na qual um aquífero ou um sistema fluvial recolhe sua água” (ART, 2001:50);
<ul style="list-style-type: none"> • “Área da superfície da Terra que drena água, sedimentos e outros materiais através de canais para uma saída comum representada pelo rio principal” (BRANDÃO & LOPES, 1999:26);
<ul style="list-style-type: none"> • “Área cujo escoamento das águas superficiais contribui para um único exutório” (FEEMA, 1990:34);
<ul style="list-style-type: none"> • “É uma área geográfica delimitada por divisores de água que drenam as águas das chuvas para um rio ou córrego” (COSTA JÚNIOR, 2002:17);
<ul style="list-style-type: none"> • “É uma área da superfície terrestre que drena água, sedimentos e materiais dissolvidos para uma saída comum, num determinado ponto de um canal fluvial” (COELHO NETTO, 2007:97/98; SILVA, SCHULZ & CAMARGO, 2003:93);
<ul style="list-style-type: none"> • “A bacia hidrográfica compreende o território que pelas suas características topográficas, geológicas, de solo, vegetação e águas, recebe e conduz todas as que escoam em sua superfície para um certo corpo d’água. A bacia hidrográfica é a área com um único exutório comum para escoamento de suas águas superficiais” (SRH/MMA, 2000 – In: CHRISTOFIDIS, 2002:20);
<ul style="list-style-type: none"> • “A bacia hidrográfica é constituída pelo conjunto de superfícies que, através de canais e tributários, drenam água de chuva, sedimentos e substâncias dissolvidas para um canal principal cuja vazão ou deflúvio converge numa saída única (foz do canal principal num outro rio, lago ou mar)” (GRANELL-PÉREZ, 2001:84);
<ul style="list-style-type: none"> • “Um sistema que compreende um volume de materiais, predominantemente sólidos e líquidos, próximo à superfície terrestre, delimitado interna e externamente por todos os processos que, a partir do fornecimento de água pela atmosfera, interferem no fluxo de matéria e de energia de um rio ou de uma rede de canais fluviais. Inclui, portanto, todos os espaços de circulação, armazenamento, de saídas da água e do material por ela transportado, que mantém relações com esses canais” (RODRIGUES & ADAMI, 2005: 147/148);
<ul style="list-style-type: none"> • “É a área delimitada por um divisor de águas que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente no mar ou em um grande lago” (ROCHA & KURTZ, 2001:10).

Fonte: Machado (2012).

Quadro 4: Coneito de sub-bacias

<ul style="list-style-type: none"> • “É a área delimitada por um divisor de águas que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente em outro rio. As sub-bacias têm dimensões superficiais que variam entre 20.000 e 300.000ha”. “O limite inferior (20.000ha) refere-se à área máxima que uma equipe de campo pode e deve trabalhar em um manejo integrado de bacias hidrográficas” (ROCHA & KURTZ, 2001:11);
<ul style="list-style-type: none"> • “As sub-bacias são áreas de drenagem dos tributários do curso d’água principal” (TEODORO et. al., 2007:138);

Fonte: Machado (2012).

Quadro 5: Conceitos de microbacia hidrográfica.

<ul style="list-style-type: none"> • “Pequena bacia hidrográfica que pode ter uma área que varia de 1 a 20 km², sendo geralmente de 2^a ou no máximo, 3^a ordem. Quanto à área ainda não existe um consenso científico, mas as microbacias não podem ser muito grandes e necessariamente fazem parte de outras bacias maiores, ou seja, pode-se dizer que uma bacia hidrográfica é formada por várias microbacias” (LIMA-E-SILVA et. al.1999:155);
<ul style="list-style-type: none"> • “É toda bacia hidrográfica cuja área seja suficientemente grande, para que se possam identificar as inter-relações existentes entre os diversos elementos do quadro socioambiental que a caracteriza, e pequena o suficiente para estar compatível com os recursos disponíveis (materiais, humanos e tempo), respondendo positivamente à relação custo/benefício existente em qualquer projeto de planejamento” (BOTELHO & SILVA, 2007:157);
<ul style="list-style-type: none"> • “Área fisiográfica drenada por um curso d’água ou por um sistema de cursos d’água conectados e que convergem, direta ou indiretamente, para um leito ou para um espelho d’água” (BRASIL, 1987:14);
<ul style="list-style-type: none"> • “Defini-se microbacia como sendo aquela cuja área é tão pequena que a sensibilidade a chuvas de alta intensidade e às diferenças de uso do solo não seja suprimida pelas características da rede de drenagem. De acordo com tal definição, a área de uma microbacia pode variar de pouco menos de 1 hectare a até 40 ou mais hectares, podendo mesmo atingir, em algumas situações, até 100ha ou mais” (LIMA, 1996:56);
<ul style="list-style-type: none"> • “Uma porção geográfica delimitada por divisores de água, englobando toda área de drenagem de um curso d’água. Nessa área, os recursos naturais solo, água, vegetação e fauna integram-se em equilíbrio, mas a intervenção humana altera esse equilíbrio natural, o que reflete, em última instância, na qualidade e na quantidade das águas superficiais e subterrâneas” (BRAGA, 1999:32);
<ul style="list-style-type: none"> • “As microbacias hidrográficas devem ser constituídas de terras drenadas por um córrego de até 2^a ordem, ou seja, cujos afluentes não sejam formados por outros cursos d’água. (...) cuja área total pode variar, mas não ultrapassar muito 5.000ha” (HERNANI, 2003:16);
<ul style="list-style-type: none"> • “É a área delimitada por um divisor de águas que drena as águas de chuvas por ravinas, canais e tributários, para um curso principal, com vazão efluente, convergindo para uma única saída e desaguando diretamente em outro rio, porém, a dimensão superficial da microbacia é menor que 20.000ha” (ROCHA & KURTZ, 2001:11);
<ul style="list-style-type: none"> • “Toda área com drenagem direta ao curso principal de uma sub-bacia, várias microbacias formam uma sub-bacia (área menor que 100 km²)” (FAUSTINO, 1996, In: TEODORO et. al., 2007:139);

Fonte: Machado (2012).

O termo “bacia de contribuição” ou “bacia contribuinte” é geralmente encontrado na literatura, sendo definido pelo Decreto nº 303.315, de 29 de Abril de 2009, do Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná como sendo a “água que fica à montante de um local considerado e que contribui para alimentar o curso d’água”, ou seja,

“área de drenagem situada à montante de um determinado local e que contribui com a área total de escoamento para alimentar o curso d’água nesse local” (LIMA-E-SILVA 1999 *apud* MACHADO, 2012).

3.5 Planície de Inundação

As Planícies de inundação, conhecidas também como várzeas, são áreas onde a água do rio se estabelece quando ocorre a inundação. Zancopé (2012) define que as planícies de inundação “são áreas dos vales fluviais que sofrem inundações por cheias de determinadas magnitudes e intervalos de recorrência e as planícies fluviais são áreas dos vales fluviais, marginais aos cursos d’água, parcialmente alagadas por transbordamentos periódicos oriundos dos rios e limitadas lateralmente pelas bases das vertentes dos vales”.

De acordo com Tucci (2005, p. 29), o leito menor do rio é por onde a água escoava normalmente, já o leito maior é caracterizado pelos locais em que o rio alcança quando atinge níveis superiores de volume d’água. As áreas de planície de inundação são locais que periodicamente serão atingidos pelo transbordamento dos cursos de águas, fazendo parte da dinâmica natural dos rios (AMARAL e RIBEIRO, 2012).

3.6 Parâmetros Morfométricos

A morfometria de uma bacia hidrográfica é um processo de caracterização que confere informação sobre sua configuração (SAH, 2015). A morfometria teve início com Neumann nos anos 1900, porém, foi a partir de estudos realizados por Horton (1945 *apud* CHRISTOFOLETTI, 1980) que a morfometria se tornou mais popular e mais moderna. Horton usou ferramentas de medição e operação para quantificar bacias de drenagem e suas redes (SAH, 2015).

Uma bacia hidrográfica pode ser descrita de forma qualitativa ou quantitativa (STRAHLER 1975 *apud* RAFAELI NETO, 1994). Rafaeli Neto (1994) enfatiza a necessidade de quantificação visto que “há um relacionamento entre a geomorfologia, a climatologia e a hidrologia, sendo que estas trabalham com valores quantitativos”.

A análise morfométrica é usada principalmente para ilustrar e descrever descobertas das características da superfície da Terra. Segundo Clarke (1966), “a morfometria pode ser definida como a medição e análise matemática da configuração da superfície da Terra, sua forma e dimensões do seu relevo. Os principais aspectos examinados são a área, altitude, volume, inclinação, perfil e textura da terra, bem como as

características variadas dos rios e bacias de drenagem”. As bacias hidrográficas são as unidades fundamentais para entender as características geométricas de paisagem fluvial, como topologia de redes de fluxo, e descrição quantitativa de textura de drenagem, padrão, forma e características de relevo (ABRAHAMS 1984 *apud* KUMAR, 2011). Ou seja, a análise morfométrica da bacia é uma técnica importante para avaliar o comportamento do sistema hidrológico pois fornece especificação quantitativa da geometria da bacia (KUMAR, 2011).

A morfometria de bacias hidrográficas é uma metodologia útil por caracterizar matematicamente aspectos geométricos das bacias, que por sua vez, possuem implicações sobre a hidrologia das bacias. Assim, pela morfometria é possível identificar determinadas tendências de comportamentos hidrológicos, como no caso de inundações, por exemplo.

4 ÁREA DE ESTUDO

4.1 Ocupação regional e formação de Resende

O município de Resende, que abrange um território de 1.094,8km² e abriga uma população de 130.334 habitantes (estimativa do IBGE para 2018), localiza-se na Microrregião do Vale do Paraíba Fluminense, no eixo Rio de Janeiro/São Paulo (Figura 2), distando dessas capitais, respectivamente, 166,3km e 281,3km.

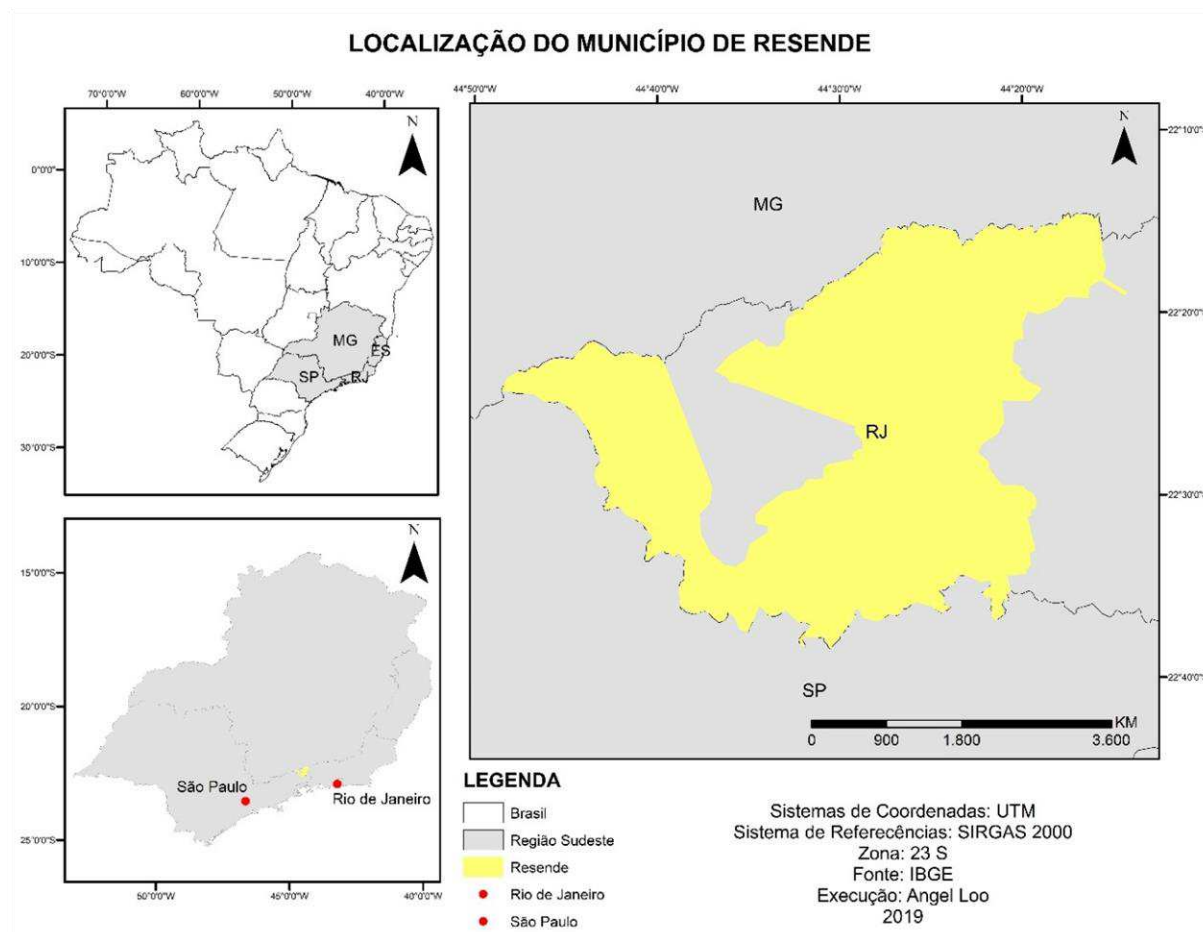


Figura 2: Localização do município de Resende.
Fonte: autora, 2019.

Os primeiros habitantes do território atualmente ocupado pelo município, antes da chegada do homem branco, eram os índios Puris. Elevado à categoria de Vila por Portaria datada de 24 de julho de 1749, sua sede foi o Arraial de Campo Alegre da Paraíba Nova, instalada em 29 de setembro de 1801. Foi elevado à categoria de cidade, com a atual denominação de Resende, pela Lei Provincial nº 438, de 13 de julho de 1848.

Embora suas origens se remetam ao início do século XVIII (CRESCENTE FÉRTIL, 2013, p.2), a localidade vai conhecer maior desenvolvimento com a chegada do café, em princípios do século XIX, vindo substituir a produção de anil, cana de açúcar e aguardente. Segundo Barcellos *et al.* (2017), no ano de 1802, Resende já exportava café, e isso causaria uma grande modificação na economia regional. Antigas fazendas, engenhos de açúcar e cachaça e plantações de anil foram sendo gradualmente substituídas pela cultura cafeeira. Whately (1987) destaca que no ano de 1810, a zona resendense já se encontrava coberta por cafezais.

De acordo com Barcellos *et al.* (2017), em 1848, na condição de cidade de Resende, a região já se destacava como um dos maiores centros cafeicultores da província, atingindo seu auge entre os anos 1840-1850. Nessa época, graças a grande importância econômica, o Vale do Médio Paraíba do Sul passou ao foco político e a centro de poder.

A crise do café chega à região a partir dos anos 1870. O desgaste e empobrecimento dos solos somado ao aparecimento de pragas e à proibição do tráfico de escravos, em 1850, fizeram a cultura cafeeira entrar em decadência e deixar rastros até os dias atuais. Por volta de 1870, quando as terras utilizadas para o plantio do café já se tornavam improdutivas, migrantes de Minas Gerais vieram estabelecer-se em Resende, atraídos pelos baixos custos das terras abandonadas pelos cafezais, onde passaram a criar gado. Era o início da atividade pecuária que viera substituir o café. No início do século XX, Resende já aparece como responsável por um terço da produção leiteira do Estado do Rio de Janeiro e como segundo produtor de manteiga e queijo (PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE, 2018).

A pecuária em Resende tornou-se uma atividade central somente nos últimos 30 anos do século XIX, quando o café entrou em definitivo declínio. De acordo com Barcellos *et al.* (2017), a pecuária fomentava a diversidade, o pequeno comércio, o mercado interno e certo número de liberdades civis, quase constituindo uma sociedade alternativa. A agropecuária tem grande crescimento no distrito de Campos Elíseos (atual bairro Campos Elíseos), principalmente após a instalação da estação ferroviária de Agulhas Negras, em 1872. Tudo indicava que nos anos 1880, os capitais acumulados no sistema cafeeiro (produção/comércio/tráfico) iriam financiar os setores pecuários (BARCELLOS *et al.*, 2017 p. 179). De acordo com os autores, Resende era considerada essencialmente agrícola, e a pecuária se apresentava como possível base de sustentação econômica do novo arranjo político. Essa atividade trazia o progresso social calcado no desenvolvimento tecnológico, popularizado pela ferrovia, que fora implantada na época dos cafeicultores, com suas máquinas, telefones, eletricidade e mais tarde, o automóvel. A década de 1890 é considerada como um divisor de águas, pois a pecuária torna-se uma atividade definitiva, praticada de forma intensiva.

Segundo Maia (1983) um dos grandes marcos do processo de urbanização na Vila de Resende, foi a construção da Igreja Matriz, em 1812. A administração tinha divergido quanto à localização para sua construção, chegando-se a escolha pelo Campo do Manejo, no vasto plano, além do Rio Sesmária. Por conseguinte, fez-se alinhar diversas

ruas e praças, a fim de chamar para ali a nova sede da vila, com afluência de novas construções.

“Do núcleo urbano, [...] esta era vista em destaque por suas três colinas, cada uma com o seu templo: a Matriz, Rosário e Senhor dos Passos. À margem esquerda do Rio Paraíba do Sul e em frente ao núcleo urbano encontra-se o bairro de Campos Elísios que se ligava à cidade por uma ponte de madeira [...]. Neste período estimava-se que o número de habitantes da freguesia da “cidade” era de 2.400 habitantes, que residiam numas 430 casas, construídas sem muita opulência” (BARCELLOS *et al.*, 2017).

A Figura 3 mostra a localização da Igreja Matriz, no antigo Campo do Manejo, que hoje forma o centro da cidade, seguido do bairro Lavapés, considerado o primeiro bairro de Resende. A Figura 4 ilustra o bairro dos Campos Elísios, localizado à margem do Rio Paraíba do Sul.



Figura 3: Localização da Igreja Matriz e do bairro Lavapés, considerado o primeiro bairro da cidade (s/d).
Fonte: Fidélis (2018).

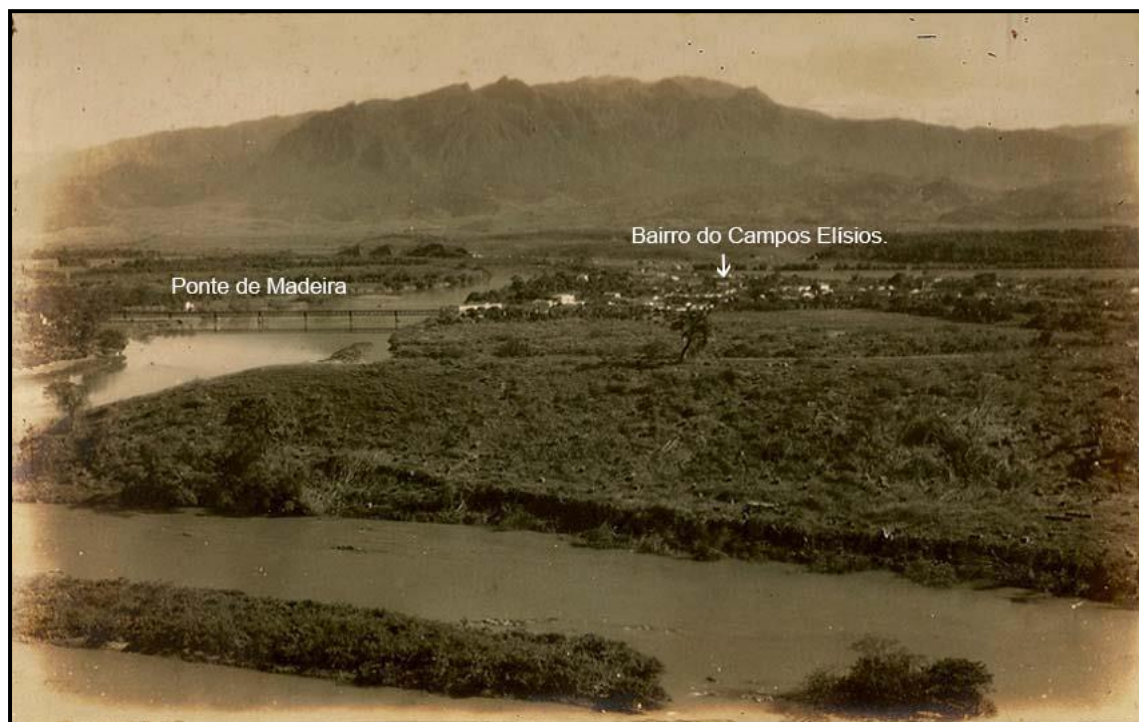


Figura 4: Localização do bairro Campos Eliseos (s/d).
Fonte: Fidélis (2018).

Em 1860, de acordo com Whately (1987), Resende já se apresentava como um grande centro comercial, como a mais importante das povoações, já que era por essa cidade que as mercadorias corriam entre as províncias de Minas Gerais e São Paulo e destas para a Corte. Nos anos de 1870, apesar de viver a crise cafeeira, Resende já possuía um teatro, uma loja maçônica e dois colégios. Os primeiros arruamentos podem ser vistos a partir da planta apresentada na Figura 5, que data de 1861.

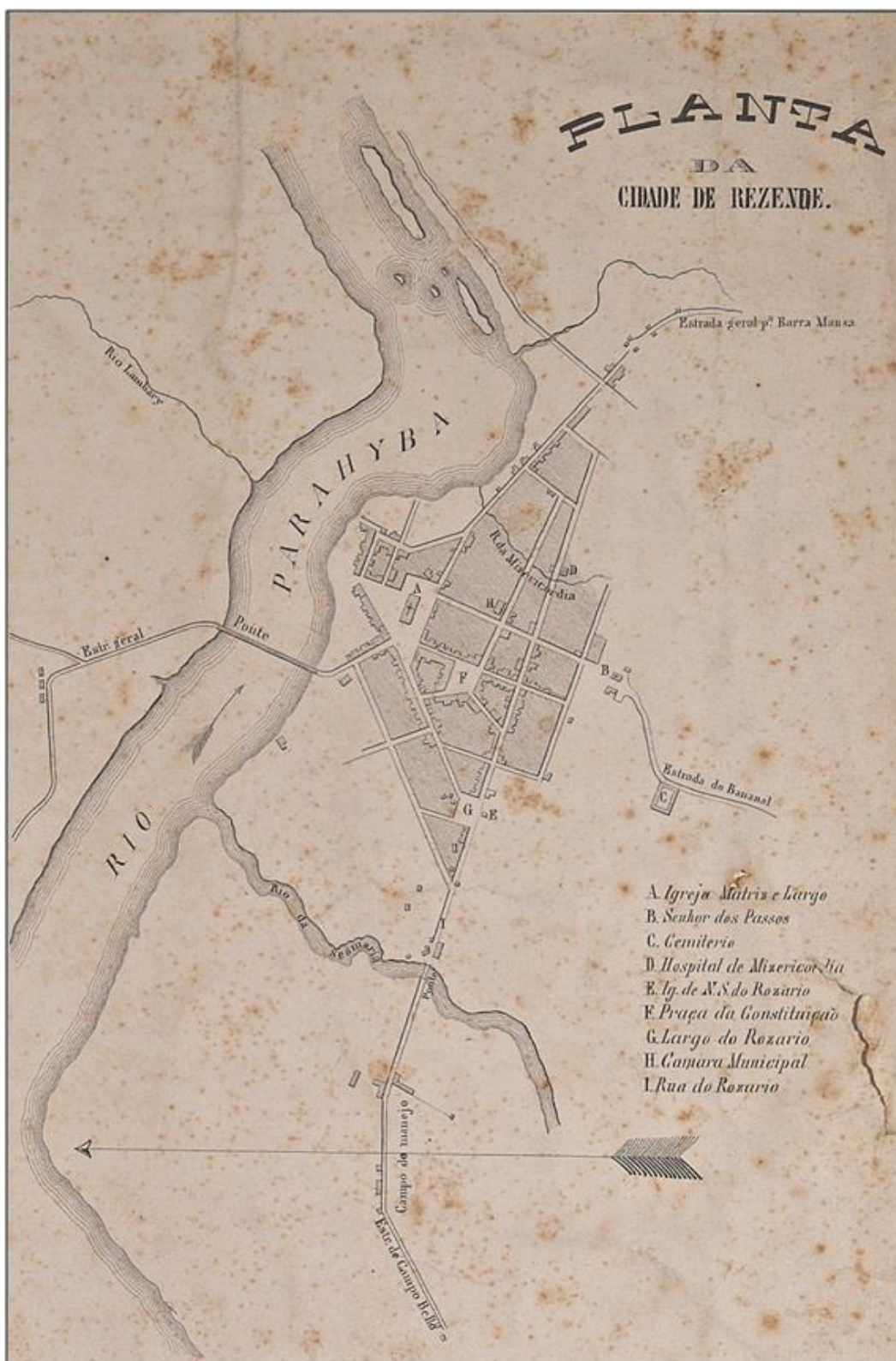


Figura 5: Planta da Cidade de Resende em 1861.

Fonte: “Planta da Cidade de Resende”, escala 1/10.000 – apresentada na “Carta Topográfica da Província do Rio de Janeiro”, 1/300.000, 1858/1861, elaborada pelos engenheiros Pedro D’Alcântara Bellegarde e Conrado Jacob de Niemeyer.

Quando em 1901 Resende completa o seu primeiro centenário como Vila, “a cidade contava com mil prédios, uma fábrica de banha, duas de manteiga, uma de macarrão, uma de sabão e uma população e 22.000 habitantes” (BARCELLOS *et al.*, 2017 p. 192).

Após a Revolução de 1930, uma das promessas feitas foi a construção de uma Escola Militar mais moderna. Segundo Barcellos *et al.* (2017), em 16 de fevereiro de 1931 (Figura 6), o coronel José Pessoa, acompanhado do capitão Mário Travassos, chega a Resende com a finalidade de escolher um novo local para a Escola Militar, anteriormente localizada na cidade do Rio de Janeiro. Cria-se no ano de 1943 a Escola Militar de Resende, sendo a mesma instalada no ano de 1944 e a partir dos anos 1951 recebe o nome de “Academia Militar das Agulhas Negras” (Figura 7).

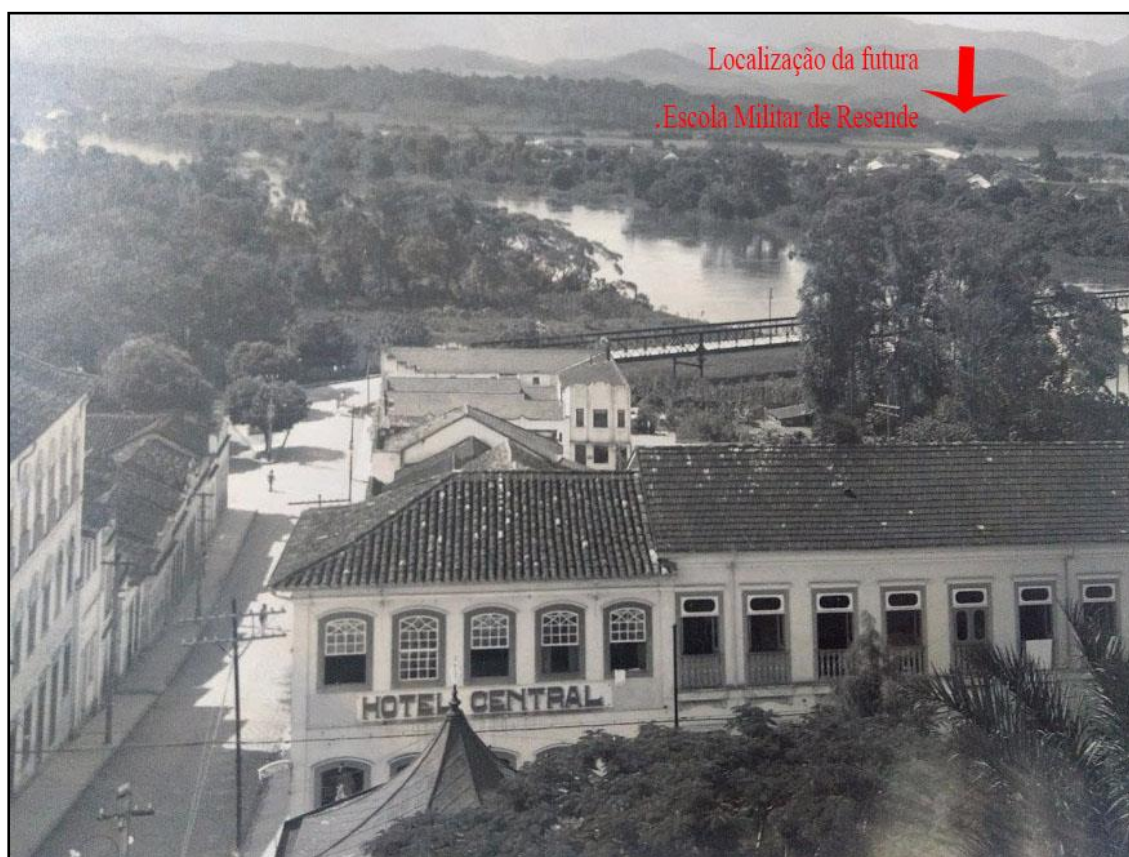


Figura 6: Localização da futura Escola Militar de Resende, em 1935.

Fonte: Arquivo Histórico de Resende (2018).



Figura 7: Escola Militar de Resende, logo após a sua instalação em, 1945.

Fonte: Arquivo Histórico de Resende (2018).

A partir deste episódio, a história de Resende mudou completamente, com milhares de novos habitantes ocupando a cidade acadêmica, acompanhados de significativa renda e nível cultural bem acima da média; incrementou-se o comércio, ampliou-se a educação, democratizou-se o recrutamento das elites, seja pelos casamentos, seja pela visibilidade que Resende passou a ter nos planos político, cultural e econômico (BARCELLOS *et al.*, 2017 p. 257).

“Resende, até as alturas da Abolição, fora município próspero, cidade movimentada, de trepidante comercial [...] e sentiu profundamente as consequências depressivas da crise que bloqueara a lavoura da velha Província do Rio. O Coronel Pessoa [...] elege Resende o local preferido para o estabelecimento técnico de ensino militar. [...] Getúlio Vargas prestigia com sua simpatia e assegura decisivo apoio [...]. À notícia da resolução oficial, a cidade desperta. Sacode o torpor. Reanima-se.” (BOPP, 1976 p. 365)

Um dos fatores determinantes para o progresso e desenvolvimento de Resende, sempre foi a sua posição geográfica. Primeiro, por ligar o Sul de Minas à corte. Depois, a meio caminho de Rio de Janeiro e São Paulo, ligados pela Rodovia Presidente Dutra, inaugurada em 1951, substituindo a antiga Rio-São Paulo. Nos anos 1940, a questão do desenvolvimento era real. A pecuária era dominante, mas a industrialização estava chegando a Resende. Barcellos *et al.* (2017) evidenciam que os muitos avanços – como a abertura da rodovia Presidente Dutra (1940-1951), a construção da hidrelétrica do Funil (1961-1969) e a chegada de multinacionais, desde o final dos anos 1950 – trouxeram para Resende um progresso cheio de contas sociais e ambientais a pagar. Um desses ônus foi a submersão da vila de Santana dos Tocos, sob as águas do lago da barragem de Funil, a partir de 1963. De acordo com Barcellos *et al.* (2017) o maior impacto da industrialização observa-se no processo da suburbanização, que revela o quanto as lideranças locais estavam despreparadas para prevenir os casos de aglomerações indevidas, invasões de glebas, gentrificações e os riscos sociais gerados a partir desses processos.

4.2 Resende nos dias de hoje

Resende possui o 4º mais elevado IDH (Índice de Desenvolvimento Humano) do Estado do Rio de Janeiro (IBGE, 2018), consolidando-se com um novo perfil baseado nas atividades industriais, como um polo centrado em indústrias do setor automobilístico, com a presença, dentre outras, da INB (Indústrias Nucleares do Brasil), NISSAN, MAN Latin América (automobilísticas), Carbox Resende Química (siderúrgica e soldagem), Novartis Bioquímica S/A e Servatis.

Atualmente, Resende é o quarto município com mais habitantes da Mesorregião Sul Fluminense, e de acordo com o índice FIRJAN (Federação das Indústrias do Estado do Rio de Janeiro), de Desenvolvimento Municipal (IFDM), no ano de 2016 foi considerado o oitavo município mais bem avaliado no Estado do Rio de Janeiro.

4.3 Ocupação da Bacia do Rio Sesmaria

Na bacia foram desenvolvidos, historicamente, diversos tipos de uso, dentre os quais, o café e a pecuária leiteira. Conforme Maia (1983), no intuito de povoar as áreas mais interioranas do Rio de Janeiro e de aumentar a agricultura, no ano de 1880, o Conde de Resende concedeu a José de Carvalho Resende, meia légua de terra pelo sistema de

sesmarias, denominado Barra do Feio, que dava no ribeirão Formoso, hoje denominado de Rio Sesmaria.

Originalmente a região era ocupada por Mata Atlântica, porém, com a chegada do café no século XVIII, e até o final do século XIX, a mata foi aos poucos sendo retirada para aumentar a área plantada, o que devastou a cobertura vegetal original da região. As terras, já desgastadas e improdutivas foram transformadas em extensos campos de gramíneas para a produção leiteira, o que gerou, segundo Dantas (1995), alterações nos regimes climáticos e hidrológicos da região. Assim, no início do século XX iniciava-se um novo ciclo, o da pecuária de leite. A partir dos anos 1940, a região atualmente conhecida como Vale do Paraíba, passa por intensas transformações trazidas pela industrialização, atividade que foi acompanhada pela expansão urbana. A virada do século XXI apresentou uma nova mudança no uso das terras rurais, marcada pela entrada de plantações de eucaliptos destinadas à produção de celulose e papel (ABDALAD, 2011), como mostra a Figura 8.

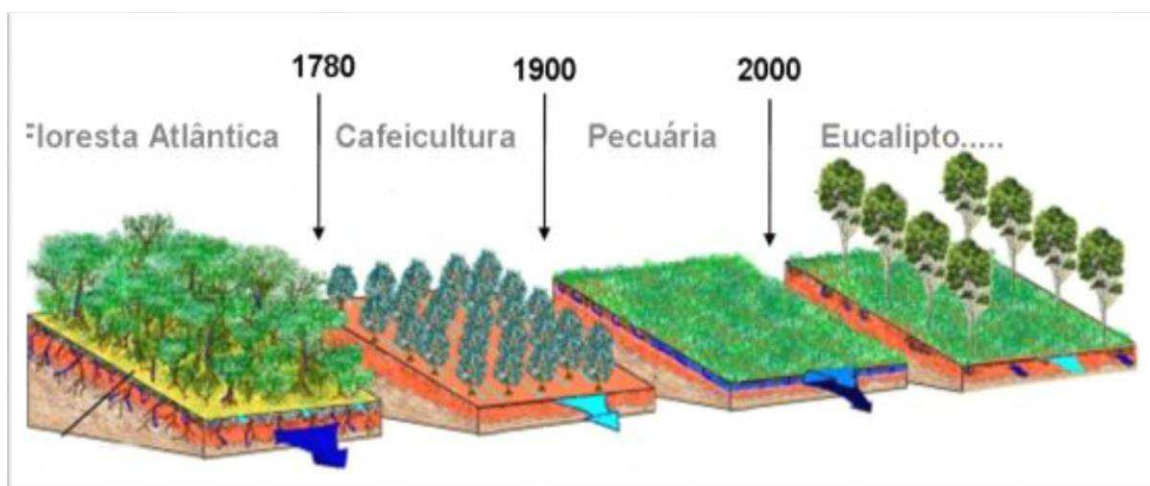


Figura 8: Evolução do uso da terra no Vale do Rio Paraíba do Sul.

Fonte: Abdalad (2011).

A antiga estrada que ligava os estados do Rio de Janeiro e São Paulo (chamada Rodovia dos Tropeiros – SP 068) fora substituída, a partir de 1951, pela nova Rodovia Presidente Dutra (BR-116, que no estado de São Paulo é denominada de SP-060) como mostra a Figura 9, deixando as cidades que ficavam às margens da antiga rodovia “excluídas” desse processo de urbanização e industrialização, centrado agora nas novas cidades às margens da nova rodovia (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

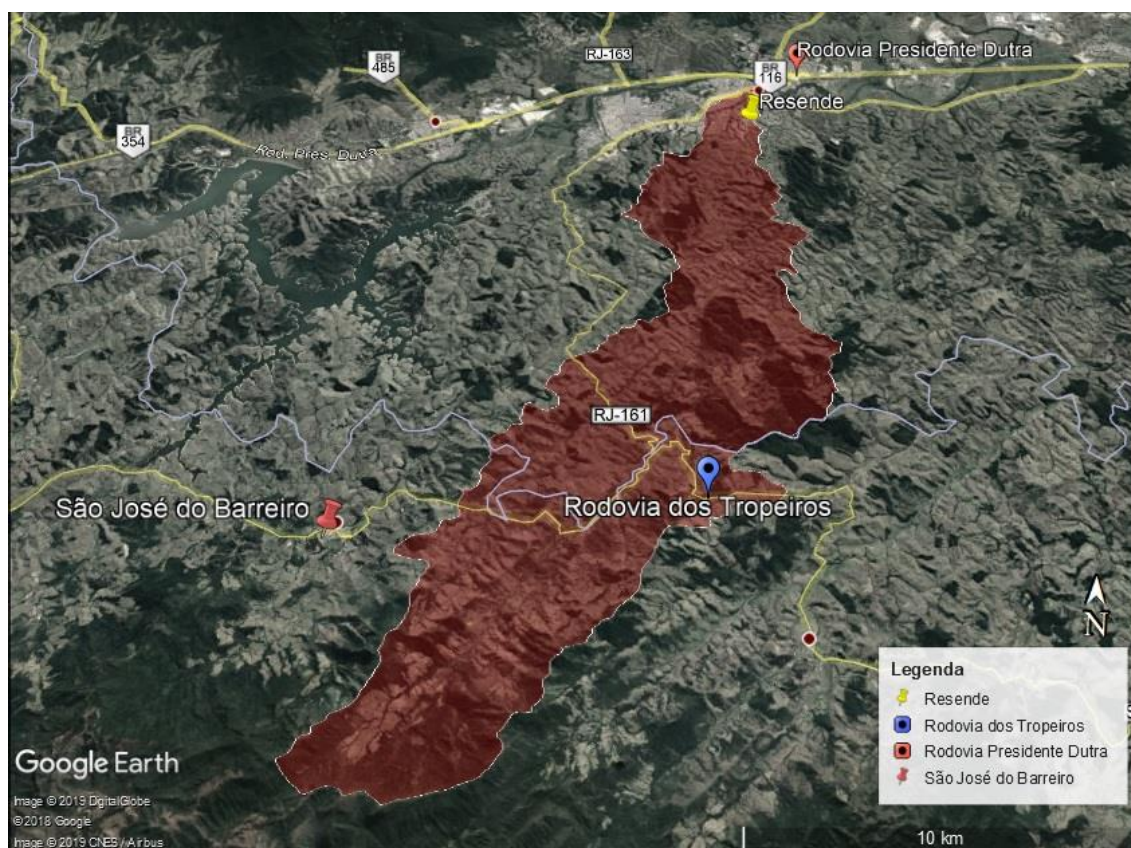


Figura 9: Localização das Rodovias Presidente Dutra e Tropeiros.
Fonte: Google Earth. Org: autora, 2019.

4.4 População residente no baixo curso da BHRS

Segundo dados do Censo de 2010, a população de Resende era de 119.769 habitantes, sendo 7.438 (6,21% da população total) residentes na zona rural e 112.331 habitantes (93,79%) residentes na zona urbana. Entre 2010 e 2018 ocorreu um crescimento demográfico de 8,82%.

A Figura 10 mostra a densidade demográfica na área urbana de Resende, de acordo com os dados do Censo Demográfico de IBGE de 2010, por setores censitários. Pode-se observar a maior concentração populacional localizada nas regiões centrais da cidade.

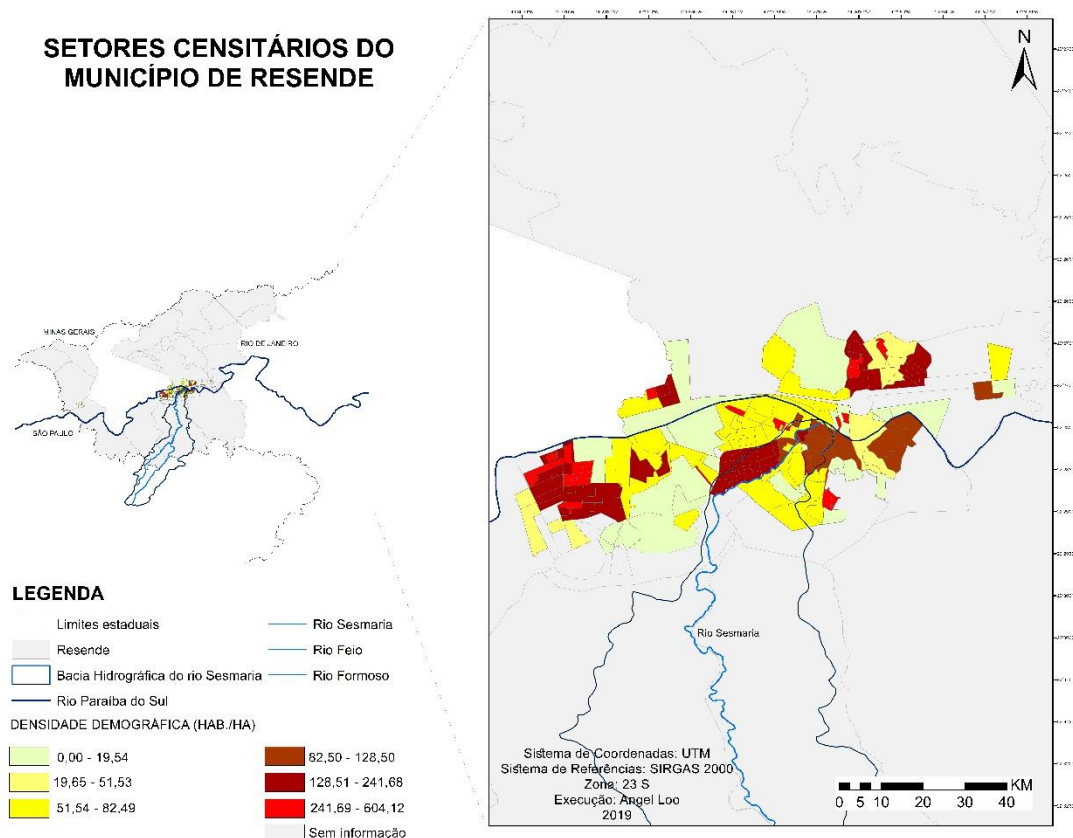


Figura 10: Densidade demográfica da BHRS no município de Resende.
Fonte: IBGE (2010).

O Quadro 6 apresenta os bairros localizados na BHRS no município de Resende e sua população residente, de acordo com o censo realizado pelo IBGE em 2010.

Quadro 6: Bairros abrangidos pela BHRS

Bairros	População
Centro	3.074
Jardim Ipiranga I	713
Jardim Ipiranga II	9
Jardim Brasília	1.264
Jardim Brasília II	462
Loteamento Barbosa Lima	551
Jardim Jalisco (Parque Jalisco)	2.182
Vila Julieta (Alvorada)	6.559
Condomínio Horizontal Tácito	70
Manejo	412
Alto dos Passos	803
Eucaliptal	47
Vila Elizabeth	80
Vila Adelaide	244
Total	16.470

Fonte: IBGE, 2010 (Organizado pela autora)

A Figura 11 e o Quadro 7 compreendem os bairros afetados pelas inundações ocorridas no ano de 2010 e sua população residente, de acordo com o censo realizado pelo IBGE nesse mesmo ano.

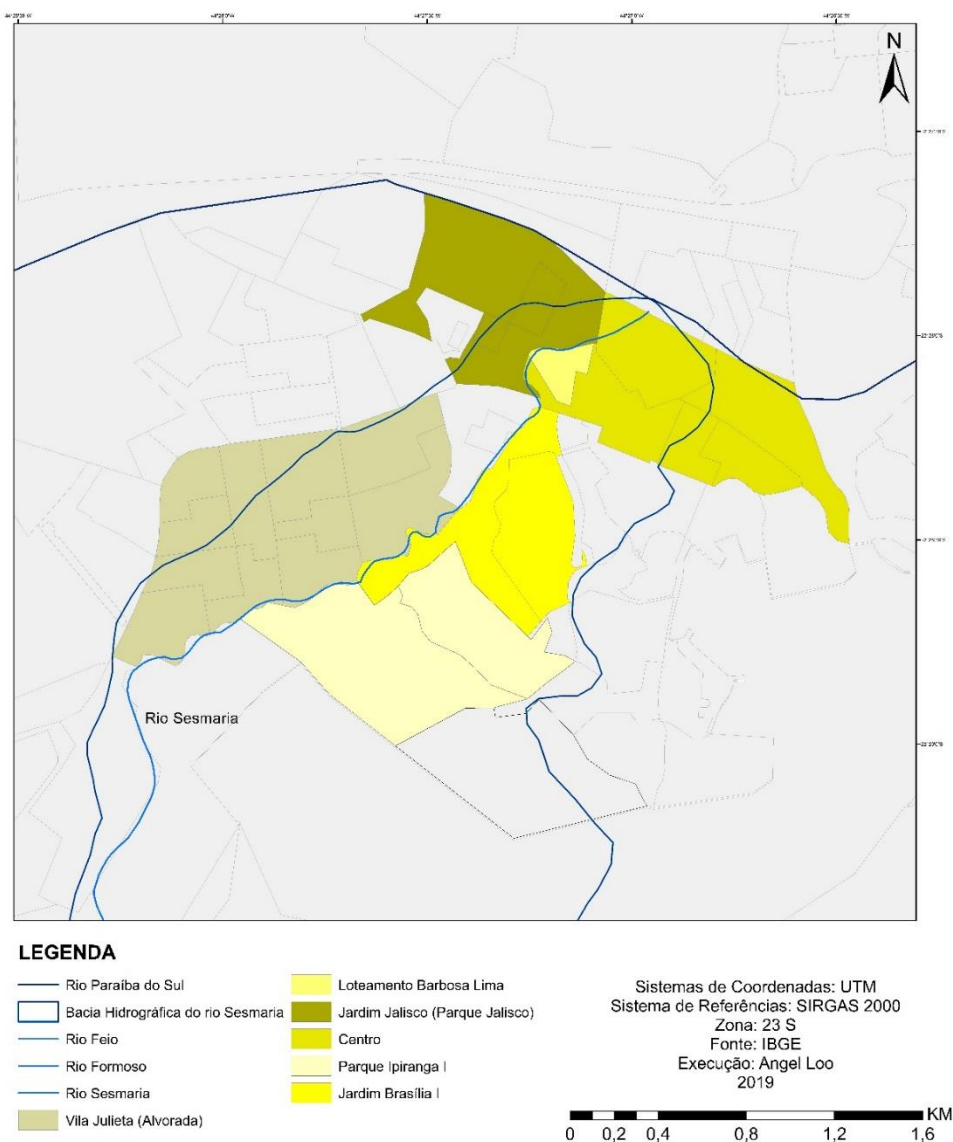


Figura 11: Localização dos bairros afetados pelas inundações de 2010.

Fonte: autora, 2019.

Quadro 7: Bairros afetados pelas inundações de 2010

Bairros	População
Centro	3.074
Jardim Ipiranga I	713
Jardim Brasília	1.264
Loteamento Barbosa Lima	551
Jardim Jalisco (Parque Jalisco)	2.182
Vila Julieta (Alvorada)	6.559
Total	14.343

Fonte: IBGE, 2010. Org: autora, 2019.

O Quadro 8 apresenta os bairros e ruas que são afetadas diretamente pelo rio Sesmaria quando da ocorrência de inundações. Os dados demográficos foram obtidos a partir dos setores censitários do IBGE, em 2010.

Quadro 8: Bairros e ruas diretamente ligadas ao rio Sesmaria

Bairro e Rua	População
Centro - Ponte Sobre "Rio Sesmarias" Na "Av. Saturnino Braga	688
Parque Ipiranga I - 'Entroncamento da "av. Augusto de Carvalho" com "Rua Projetada".	713
Jardim Brasília I - 'ponte sobre "Rio Sesmaria" na "Rua Do Rosário" (exclusive).	629
Condomínio Horizontal Tácito - 'ponte sobre "Rio Sesmaria" na "rua Do Rosário" (exclusive).	70
Manejo – Ponte na “Rua do Rosário” (Inclusive) sobre o “Rio Sesmaria”.	412
Barbosa Lima - ponte sobre "Rio Sesmaria" na "av. Saturnino Braga" (exclusive).	551
Jardim Jalisco (Parque Jalisco) - 'do ponto inicial até "av. Saturnino Braga" deste até “Rio Sesmaria”	631
Vila Julieta (Alvorada)* - av. General affonseca" por esta até "Rua Dona Zenaide Villela" por esta até “Rio Sesmaria”.	599
Vila Julieta (Alvorada) - 'do ponto inicial segue pela "rua Altamiro O'reilly" até "Rua São Paulo" por esta até ponto fronteiro no "Rio Sesmaria"	552
Vila Julieta (Alvorada) - 'do ponto inicial segue pela "Avenida Feliciano Sodré" até "Travessa III" por esta até "Rua Santos Dumont" por esta até "Av. Brasília" por esta até "av. General Affonseca nº 1177" (exclusive) por esta até ponto fronteiro no "Rio Sesmaria"	424
Vila Julieta (Alvorada) - 'entroncamento da "rua minas gerais" com "Av. Feliciano Sodré".	475
Condomínio Limeira (localizado na estrada Riachuelo) - 'do ponto inicial segue pela "av. Prof. Darcy ribeiro" até o nº2025 da "av. Ten. Cel. Adalberto Mendes" (exclusive), daí em linha sêca de extensão até o Rio Sesmaria, por este até um ponto fronteiro ao final da "via 11" (inclusive)	101
Total	5845

*Vila Julieta popularmente conhecida como Alvorada.

Fonte: IBGE (2010); organizado pela autora.

A alta concentração demográfica na região do baixo curso do Rio Sesmaria aponta para um problema de planejamento. A intensidade do aumento populacional e a restrição econômica de certas áreas, acaba forçando a população a procurar novos e

alternativos lugares para se estabelecer, gerando em muitos casos, ocupações indevidas como as construções irregulares na faixa marginal de proteção dos cursos d'água, com diversas residências implantadas diretamente nas Áreas de Preservação Permanente (APP). Essa situação acaba interferindo na dinâmica do rio, além de gerar impactos ambientais diretos como a descarga de esgoto e lixo, com a conseqüente poluição dos recursos hídricos. Silveira e Bueno (2013) afirmam que o processo de urbanização de uma localidade pode provocar uma série de mudanças que estão relacionadas à produção de sedimentos, variação da vazão, deterioração da qualidade da água, e falta de infraestrutura urbana para tratar o esgoto gerado. Tais alterações são provocadas por um processo descontrolado de formação do espaço urbano que vai além das margens dos rios e córregos urbanos (BARROS, 2014).

Mello (2008) salienta que “a formação de uma cidade modifica, inevitavelmente, o meio natural”. Ou seja, diante desse processo de ocupação é possível identificar diversas alterações no canal fluvial, o que traz como impacto os frequentes episódios de inundações. Tucci (2005) discute que o desenvolvimento urbano pode provocar a obstrução do escoamento dos condutos da rede pluvial e o assoreamento de canais de drenagem, o que pode ocorrer, por exemplo, através de aterros, pontes e drenagens inadequadas.

4.5 Geologia

A BHRS localiza-se no Médio Vale do Rio Paraíba do Sul (MVRPS), que está inserido na porção central da Faixa Ribeira, ao sul do Cráton São Francisco, que foi compartimentada em cinco unidades tectônicas principais: os Terrenos Ocidentais, Oriental, Paraíba do Sul, Embu e Cabo Frio (CRESCENTE FÉRIL, 2013). A região estudada corresponde ao domínio dos Terrenos Paraíba do Sul e Embu, que apresentam orientação dominante NE-SW. Dentro dos Terrenos, o grupo Paraíba do Sul é constituído por Gnaisses bandados com intercalações de xistos pelíticos, mármores e rochas calcissilicáticas. O Complexo Embu é composto por gnaisses xistosos com intercalações de quartzitos e rochas calcissilicáticas. Em ambos os terrenos também ocorrem unidades de idade Neoproterozóica como os Granitos Campinho, Bananal e Resgate no Terreno Paraíba do Sul e Complexo Taquaral e Granito Campo Alegre-Funil no Terreno Embu (CRESCENTE FÉRIL, 2013).

Rochas do Terciário são observadas na bacia sedimentar de Resende e os depósitos Quaternários são encontrados nas planícies de inundação dos rios do Feio,

Formoso (formadores do Rio Sesmaria) e São João, além de áreas próximas à confluência com o Rio Paraíba do Sul. Também foram mapeadas algumas falhas na porção média e baixa da bacia, incluindo uma falha normal nas proximidades da bacia sedimentar de Resende. Nos metassedimentos do Complexo Embu são apontadas uma série de dobras antiformais e sinformais (SATO, 2012).

Em estudos desenvolvidos por Eirado Silva (2006), verificou-se que na porção NW da Folha de Bananal, a área entre as duas falhas mais extensas do Domínio Rúptil Bananal parece indicar um baixo estrutural, que coincide com a inflexão do Rio Sesmaria para NW, rumo a bacia de Resende. Eirado Silva (2006) destaca ainda que em relação aos divisores alongados dos vales que ocorrem na região de Arapeí, destaca-se o interflúvio entre os rios Barreiro de Baixo e Sesmaria, sobre o granito Campo Alegre, constituído de uma rocha mais resistente a erosão.

A porção ocidental da escarpa interior possui uma orientação preferencial E-W, provavelmente influenciada pelas falhas que ocorrem junto ao limite do Planalto da Bocaina, porém, sua dissecação tem sido ajustada, principalmente, às estruturas NE (foliação, contatos litológicos) (CRESCENTE FÉRTIL, 2016). Isto é verificado pela direção dos vales dos rios Sesmaria, Barreiro e Santana, mas que também possuem tributários na direção norte-sul, ortogonais à escarpa. As bacias dos rios Barreiro de Baixo e Sesmaria são alongadas na direção NE, sendo que no baixo curso inflectem para NNW rumo à Bacia de Resende, associado ao basculamento para NW deste seguimento do Rifts Continentais do Sudeste do Brasil (Eirado Silva, 2006).

4.5.1 Bacia Sedimentar de Resende

A bacia sedimentar de Resende abrange os municípios de Barra Mansa (distrito de Floriano), Quatis, Porto Real, Resende e Itatiaia, no extremo oeste do Estado do Rio de Janeiro. A bacia constitui uma depressão tectônica embutida entre o maciço de Itatiaia, com 2.787m de altitude no seu ponto mais elevado (pico das Agulhas Negras), a Serra da Mantiqueira, com cerca de 2.200m de altitude e a Serra da Bocaina com altitude aproximada de 2.100m. Sua largura média é de 4,5 km, sendo a máxima de 7,3 km a oeste da cidade de Resende, e mínima de 1,2 km a oeste da cidade de Itatiaia. A superfície de afloramento das rochas sedimentares terciárias e dos sedimentos quaternários é de cerca de 240 km² (RAMOS, et al, 2006).

O Rift Continental do Sudeste do Brasil (RCSB), de idade paleógena, constitui uma área alongada e deprimida com pouco mais de 900 km de comprimento, desenvolvida entre as cidades de Tijucas do Sul, no Estado do Paraná, e a área submersa defronte a Macaé, no Estado do Rio de Janeiro. O RCSB pode ser dividido em três segmentos, e a bacia sedimentar de Resende está localizada no segmento central, assim como as bacias de São Paulo, Taubaté e Volta Redonda (RICCOMINI et al., 2004).

A Formação Resende engloba a maior parte dos depósitos paleogênicos da bacia, representados especificamente pelos depósitos de leques aluviais formados na borda norte da bacia e os abundantes lamitos arenosos e arenitos lamosos derivados dos fluxos gravitacionais que penetraram na bacia através de ambas as suas bordas, bem como depósitos fluviais axiais à bacia. Constituem estes os depósitos sedimentares típicos do que é reconhecido tradicionalmente como Formação Resende (ALBANI et al. 2014).

Dividida em Membro Itatiaia e Membro Acácias (possui esse nome por se localizar perto do bairro Jardim das Acácias, em Porto Real), a Formação Resende possui idade eocênica-oligocênica. No Membro Itatiaia são encontrados depósitos de leques aluviais adjacentes aos maciços do Itatiaia e do Morro Redondo e suas partes distais, onde há o predomínio de sedimentos depositados através de fluxos trativos. Já no Membro Acácias os depósitos são de características eminentemente fluviais. Levando-se em conta dados de paleocorrente acredita-se que esse sistema fluvial tenha se tornado mais importante quando a depressão tectônica adquiriu largura suficiente para conter uma planície fluvial que estivesse suficientemente distante das bordas da bacia, de modo que não recebesse os fluxos gravitacionais, ou que a paleodrenagem tivesse a capacidade de retrabalhar integralmente estes depósitos (ALBANI et al. 2014).

4.6 Geomorfologia

Sato (2012) caracteriza regionalmente o MVRPS com duas principais unidades geomorfológicas: domínio montanhoso e escarpado, e outra caracterizada por colinas com morfologia convexo-côncavas. A parte montanhosa é representada pela escarpa Interior da Serra do Mar, localmente denominada Serra da Bocaina, e a escarpa Sul da Mantiqueira, denominada localmente por Serra de Itatiaia, enquanto o domínio colinoso está compreendido entre estas duas serras (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

A bacia do Rio Sesmária apresenta um desnivelamento topográfico de 1.695 metros, sendo aproximadamente 400 metros referente à sua cota mais baixa, na foz do

Rio Sesmária no Rio Paraíba do Sul, e 2.095 metros a cota mais elevada, correspondente à área montanhosa. Neste domínio montanhoso os mecanismos de erosão gravitacional (principalmente os deslizamentos translacionais, fluxos detríticos e quedas de blocos) se tornam predominantes, pois são favorecidos pela maior declividade das encostas. No domínio colinoso são frequentes os processos de erosão por exfiltração de água subterrânea (do tipo voçorocamento), assim como deslizamentos, tanto por descalçamento da base de taludes por efeito erosivo do escoamento fluvial (AVELAR & COELHO NETTO, 1992), como pelo avanço remontante de canais do tipo voçorocas.

Avelar & Coelho Netto (1992) observam que a formação de concavidades na bacia do Rio Bananal, vizinha à bacia do Rio Sesmária e que apresenta controles de evolução geomorfológica semelhantes, está relacionada com o controle lito-estrutural das fraturas sub-verticais, apresentando correspondência entre a orientação do eixo das concavidades e a orientação predominante dos *sets* de fraturas. O desenvolvimento dessas morfologias côncavas foi relacionado com a exfiltração da água subterrânea por artesianismo pelas fraturas (AVELAR & COELHO NETTO, 1992).

Além da orientação das concavidades estruturais, a herança geológica marcada pela direção da foliação das rochas e pelas fraturas e falhas, controlam fortemente a orientação dos principais rios que drenam a escarpa Interior da Serra do Mar. As bacias dos rios Bananal de Baixo e Sesmária drenam na orientação NE, seguindo direção da foliação das rochas. Algumas mudanças abruptas de direção destes rios relacionam-se com falhas, como no médio-baixo curso do Rio Sesmária, onde o rio sofre duas inflexões para NW, antes de chegar à Bacia Sedimentar de Resende (SILVA, 2006).

Estudos realizados por Dantas *et al.* (2012) nas bacias do rio Bananal e Barreiro de Baixo demonstram uma atuação da erosão mecânica nos processos de denudação do relevo, sendo avaliados por estudos que consideraram a análise de voçorocamento, de processos de inversão de relevo e captura de drenagem de estocagem de sedimentos em fundos de vales e na geração de concavidades. Entretanto, tal efetividade erosiva não se estende para todo o Médio Vale do Rio Paraíba do Sul, mas encontra-se restrita a uma faixa que se estende do sopé do Planalto da Bocaina à calha do rio Paraíba em sua margem direita, entre as localidades de Volta Redonda e Itatiaia, onde está compreendida também a bacia do Rio Sesmária (DANTAS *et al.* 2012).

O aumento da erosão das encostas pode ser relacionado com uma maior carga de sedimentos disponíveis nos canais fluviais, consequência da implementação da atividade cafeeira na região.

Dantas & Coelho Netto (1995) observam que a taxa de sedimentação da bacia do rio Piracema (um dos afluentes do rio Bananal), na transição Pleistoceno-Holoceno foi de 1.458 m³/km/ano, enquanto que no período cafeeiro a taxa foi mais que o dobro, chegando a 3.737 m³/km/ano. Sato (2012) estimaram que na bacia do Rio Sesmaria, as taxas foram de 592 m³/km/ano na transição Pleistoceno-Holoceno, enquanto que no período cafeeiro foi de 2.376 m³/km/ano. O aumento do escoamento superficial nas encostas e da carga de sedimentos pode ser entendido como a principal razão da incisão vertical dos principais rios coletores (COELHO NETTO, 1999). De acordo com Sato (2012) uma possível ascensão regional do nível d'água subterrânea em função do desmatamento e a degradação dos fundos dos canais fluviais poderiam contribuir com os processos de voçorocamento.

Foram identificadas quatro unidades morfológicas no MVRPS, são elas:

4.6.1 Escarpa da Serra da Bocaina

Consiste em uma linha de cumeada da Serra do Mar, com picos de elevação superior a 2.000 m, onde projetam-se cristas assimétricas bem demarcadas, controladas pela direção e mergulho da foliação dos pragnais do Complexo Embu. Encontram-se poucas concavidades, na sua maioria estruturais suspensas, entretanto, observa-se nitidamente o processo denudacional de recuo regressivo da escarpa, evidenciado pela geração de colos na linha cumeada e na sedimentação de extensas rampas de colúvio-tálus em zona de piemonte (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

4.6.2 Domínio Colinoso do MVRPS

Esta unidade correspondente ao domínio colinoso do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul e consiste de um relevo formado por colinas de topos subnivelados e geometria convexo-côncava, posicionada em cotas altimétricas entre 650 e 450 m, na medida em que se aproxima do Rio Paraíba do Sul. Os fundos de vales são caracterizados por uma alternância de estrangulamentos e alvéolos, estes com expressiva sedimentação aluvionar. Nos estrangulamentos observa-se a ocorrência de cotovelos e *knickpoints* (cachoeiras ou extensas corredeiras), gerando uma segmentação em distintas sub-bacias suspensas. A densidade de concavidades estruturais articuladas

ou suspensas é alta, constituindo um cenário de forte dissecação do relevo. As bacias de drenagem tributárias com alta densidade de concavidades estão entulhadas por rampas de alúvio-colúvio que se encontram suspensas por níveis de base locais ou se interdigitam com os terraços fluviais que preenchem o fundo do vale do Rio Sesmaria (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

4.6.3 Morro do Taquaral

Ressalta-se topograficamente em relação ao relevo colinoso circunjacente sob forma de uma elevação monolítica que atinge cotas altimétricas acima de 800 metros. Este maciço está sustentado por ortognaisses e metagranitos do Complexo Taquaral (EIRADO SILVA, 2006), que consistem em rochas mais resistentes ao intemperismo e erosão. Destaca-se também nesta unidade a ocorrência de concavidades estruturais suspensas e articuladas e de knickpoints ao longo dos rios que drenam este maciço no contato com o relevo colinoso (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

4.6.4 Tabuleiros da bacia de Resende

De acordo com Ramos *et al.* (2006) os tabuleiros de Resende consistem de superfícies de baixa amplitude de relevo modeladas em rochas sedimentares pouco litificadas de idade Paleógena, no qual se encaixa o baixo curso do Rio Sesmaria, com deposição de extensas planícies e terraços fluviais. Segundo Dantas *et al.* (2012) esses tabuleiros estão embutidos em cotas entre 390 e 420 metros, sendo ocupados pela malha urbana de Resende e apresentam somente esparsas concavidades abertas e um entalhamento fluvial recente em ajuste ao nível de base regional representado pela calha Rio Paraíba do Sul.

4.7 Clima

A região, originalmente coberta pela Mata Atlântica, é influenciada pela atuação da Massa Tropical Atlântica e Pela Massa Polar (CAMPOS, 2017). Monteiro (1973) explica que o choque entre essas duas massas é responsável pelas frentes frias que tendem a se concentrar no verão, sendo elas as responsáveis pelo aumento da temperatura e favorecendo o período chuvoso nos meses de verão. No período do inverno, de um modo geral, estes efeitos são menos sensíveis na formação das precipitações. O clima da bacia é considerado subtropical, com inverno seco e verão quente e temperatura média anual de 20°C, variando de 16° em julho a 23° em fevereiro (CAMPOS, 2017).

Considera-se também a variação nessa região do domínio montanhoso das Serras do Mar e da Mantiqueira com o domínio colinoso do vale do Paraíba do Sul, no qual os índices pluviométricos são menores e as temperaturas mensais são maiores, como mostrado na Figura 12.

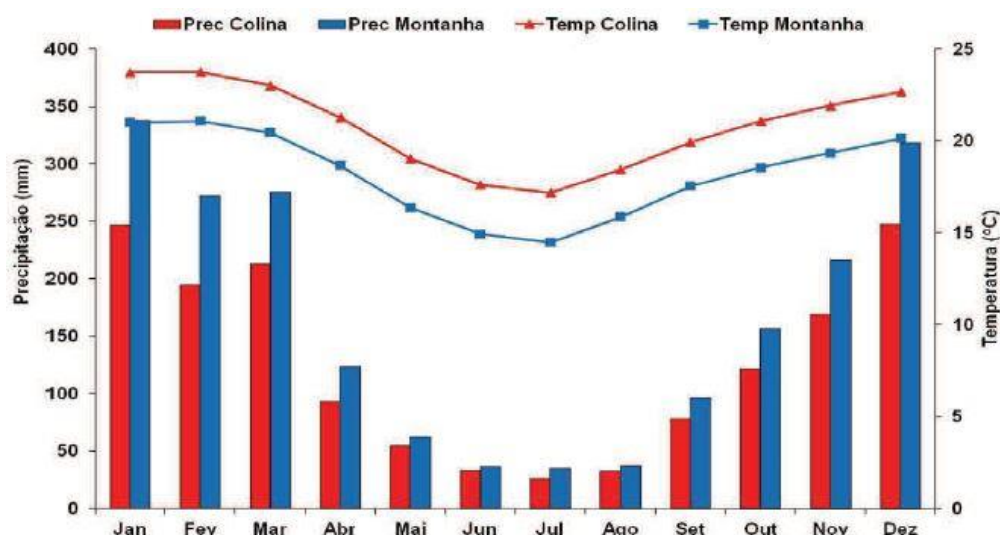


Figura 12: Precipitações e temperatura média mensal no domínio colinoso e montanhoso do MVRPS.

Fonte: Crescente Fértil (2013)

A caracterização climática da BHRS, realizada pela Crescente Fértil (2013) foi baseada na análise de dados de temperatura, umidade relativa do ar e pluviometria. As estações, localizações, suas respectivas séries históricas e os tipos de dados utilizados nestas análises são apresentados no Quadro 9.

Nesta análise buscou-se utilizar as estações meteorológicas (Figura 13) que estão inseridas na BHRS, assim como no seu entorno, de modo a caracterizar a porção inferior, média e superior da bacia hidrográfica do Rio Sesmaria.

ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS E
PLUVIOMÉTRICAS DA BACIA
HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA

LEGENDA

- Rio Paraíba do Sul
- Rio Feio
- Rio Formoso
- Rio Sesmária
- ▭ Bacia Hidrográfica do rio Sesmária
- ▭ Divisão Estadual
- ▲ P1: Fazenda das Garrafas
- ▲ P2: Estação de Formoso
- ▲ P3: Estação de Resende

N
↑

Sistema de Coordenadas: UTM
Sistema de Projeção: SIRGAS 2000
Zona: 23S
Fonte: ANA
Execução: Angel Loo
2019

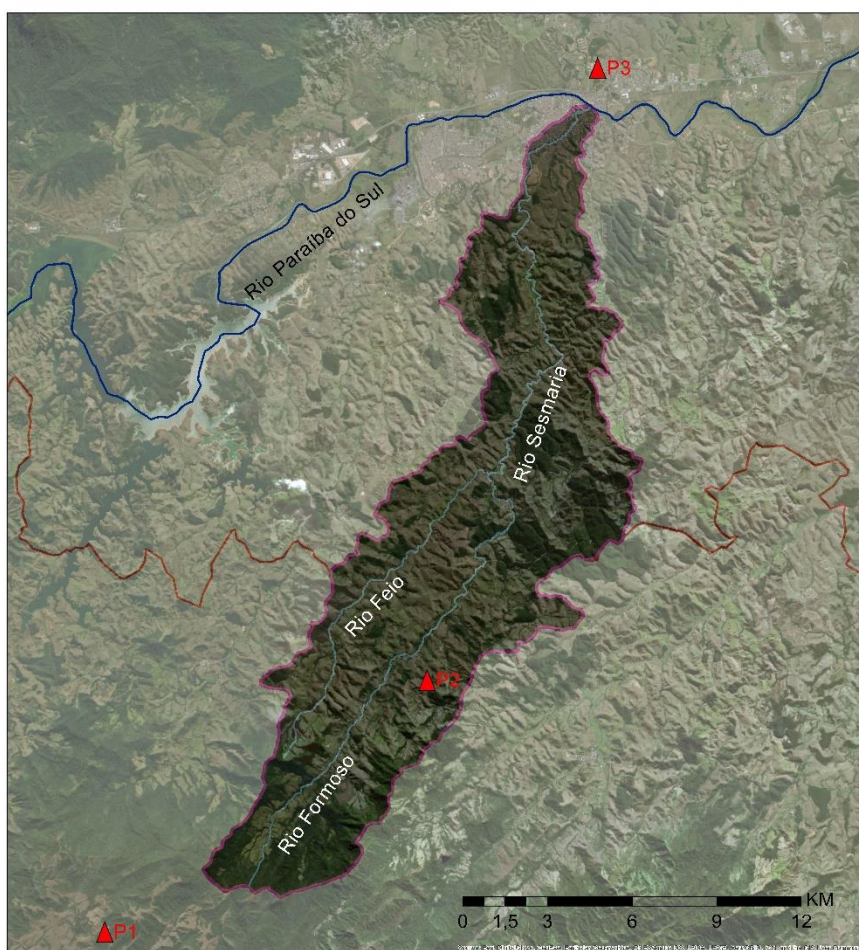


Figura 13: Localização das estações meteorológicas e pluviométricas

Fonte: autora, 2019.

Quadro 9: Dados das estações pluviométricas e meteorológicas utilizadas

ESTAÇÃO	RESENDE	FORMOSO	FAZENDA DAS GARRAFAS
Operador	INMET	Furnas	ANA/CPRM
Código	83738	2244152	2244135
Dados	Meteorológicos	Pluviométricos	Pluviométricos
Elevação	440 m	520 m	1.485 m
Série Histórica	1961 – 2012	1961 – 2011	1982 – 2012
Porção da Bacia	Inferior	Média	Superior

Fonte: Crescente Fértil (2013)

Os únicos dados de temperatura e umidade relativa do ar referem-se à estação de Resende, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) – (Código #83738), demonstrando assim uma grande carência de dados de temperatura para caracterização da área em estudo. Com relação às variáveis de temperatura e umidade, utilizaram-se as normais climatológicas desta estação para o período do 1961-1990. De acordo com as análises feitas, a temperatura média anual da estação de Resende é de 21,1°C, com médias mensais que variam de 24,2°C em fevereiro a 17,4°C em julho, como mostra a Figura 14.

A temperatura máxima mensal é superior a 30°C em janeiro (30,4°C) e fevereiro (30,9°C), enquanto a mínima é inferior a 15°C nos meses de junho (12,8°C), julho (12,0°C) e agosto (13,3°C). A maior diferença entre a temperatura máxima e mínima é observada em julho (13,3°C), mas predominam amplitudes em torno dos 10°C (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

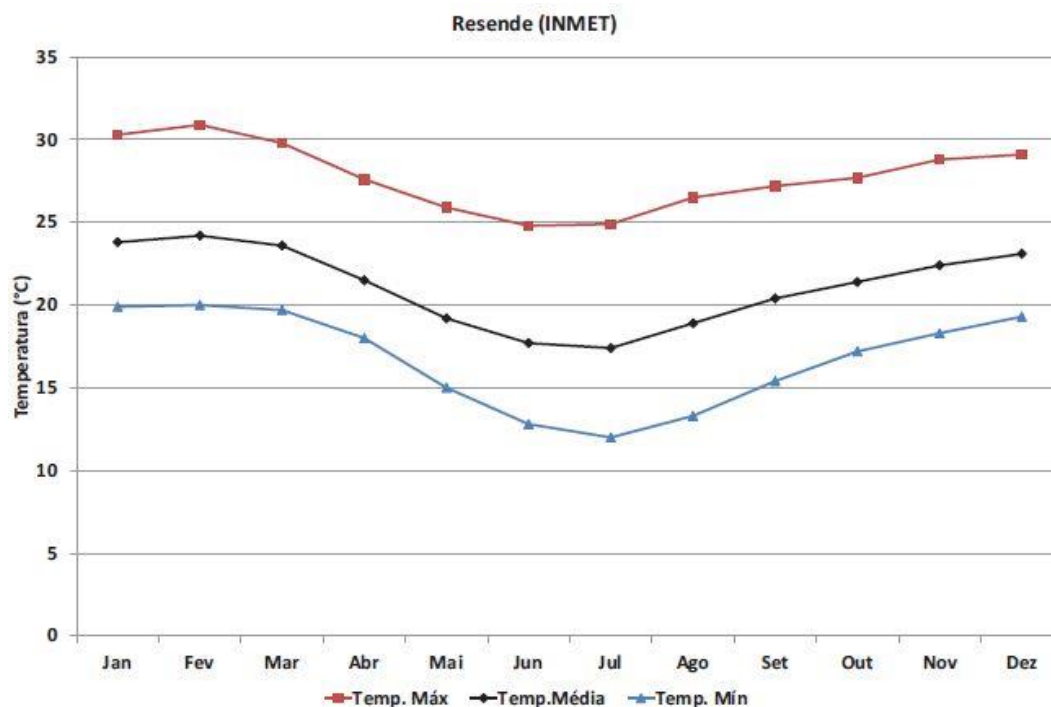


Figura 14: Temperaturas máxima, mínima e a média, em °C, em Resende/RJ
Fonte: Crescente Fértil (2013).

4.8 Regime Pluviométrico da BHRS

Análises da precipitação e temperatura média que foram realizadas pelo Crescente Fértil (2013) indicam que o MVRPS apresenta dois períodos climáticos distintos: um quente e úmido (nos meses de outubro a março) e outro frio e seco (nos meses de abril a agosto). Analisando a precipitação média anual das 18 estações pluviométricas do MVRPS, nos períodos de 1970-1999, conclui-se que a precipitação média anual é de 1700 mm, com maiores índices no compartimento montanhoso (1.996mm) do que no de colinas (1.509mm) e as chuvas são concentradas entre os meses de outubro e março (CAMPOS, 2017). O período entre julho e outubro é caracterizado como o mais seco de todo o ano, com umidade relativa do ar inferior a 70%, enquanto nos outros meses predominam condições de umidade relativa do ar superior a 75% (CRESCENTE FÉRTIL, 2013), como ilustra a Figura 15.

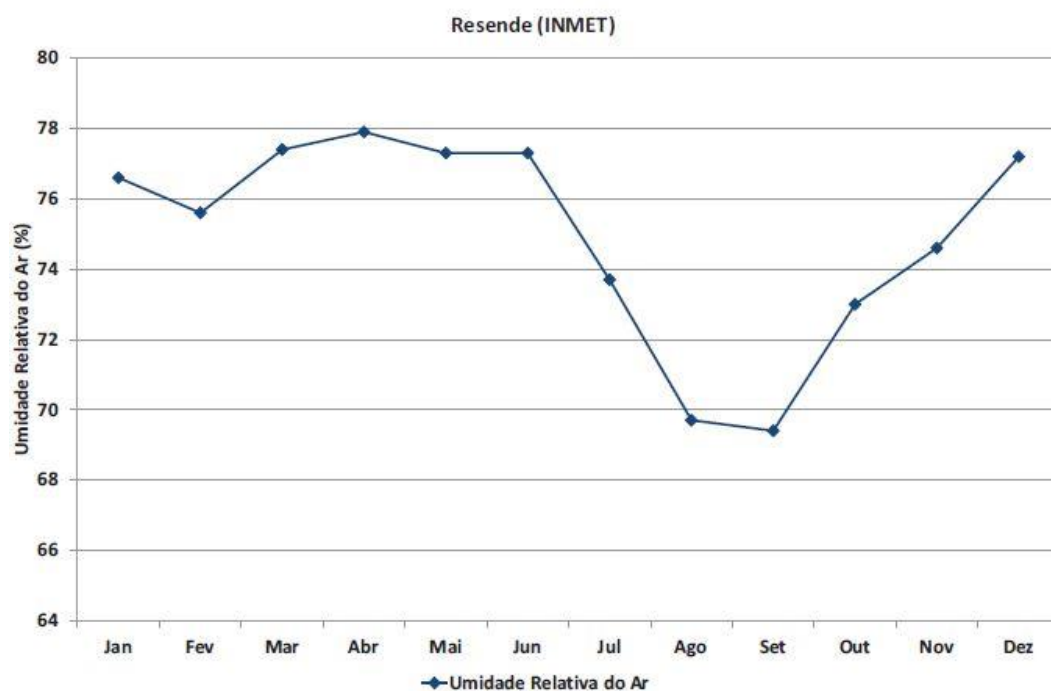


Figura 15: Curso anual da Umidade relativa do ar, em %, em Resende/RJ.
Fonte: Crescente Fértil (2013).

Ao analisar as precipitações mensais das estações Resende, Formoso e Fazenda das Garrafas (Figura 16), conclui-se que, comparativamente, o domínio montanhoso (representado pela estação Fazenda das Garrafas) apresentou um índice pluviométrico superior em todos os meses em relação às estações localizadas em domínio colinoso. O período de junho-agosto apresenta o menor índice de chuva, quando os valores não ultrapassam a média mensal de 50mm, assim como observado na análise da precipitação mensal do MVRPS apresentado anteriormente. Por outro lado, o período de dezembro-março representa os meses com maiores índices pluviométricos, atingindo valores acima de 200mm, exceto na estação Formoso, que apresentou média mensal de 151,8mm. A precipitação média anual é de 1.552mm, 1.443mm e 1.887mm, respectivamente nas estações de Resende, Formoso e Fazenda das Garrafas (CRESCENTE FÉRTIL, 2013).

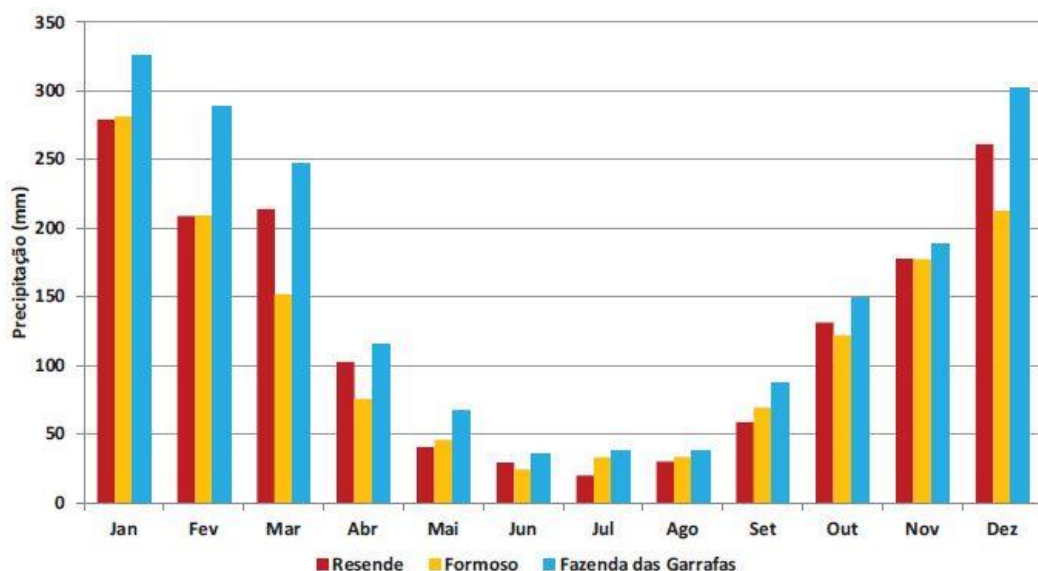


Figura 16: Precipitação média mensal (janeiro a dezembro) das estações de Resende, Formoso e Fazenda das Garrafas

Fonte: Crescente Fértil (2013).

Realizou-se uma análise dos dias com chuva e dos dias sem chuva, sendo esse superior em comparação aos dias com chuva, como mostra a Figura 17.

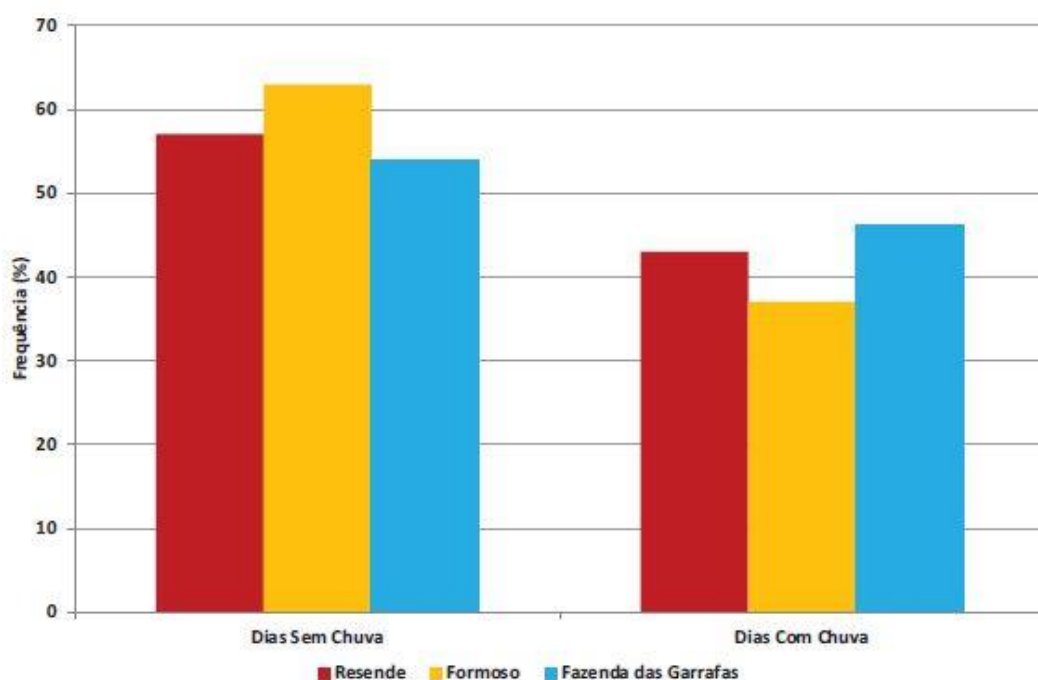


Figura 17: Frequência dos dias com e sem chuva das estações de Resende, Formoso e Fazenda das Garrafas

Fonte: Crescente Fértil (2013)

Segundo a Crescente Fértil (2013) o histograma de frequência dos dias com precipitação foi dividido por classes e apresenta valores concentrados (Figura 18), onde mais de 25% dos registros de precipitação compreendem a faixa de 0 a 10mm,

caracterizando chuvas com baixas magnitudes e alta frequência, à exceção da estação de Formoso, que apresenta apenas 24,5% do total de dias com precipitações inferiores a 10mm. Observa-se também que a estação Fazenda das Garrafas, localizada na área mais montanhosa, apresenta expressiva diferença na frequência de dias chuvosos, variando entre 10mm e 40mm.

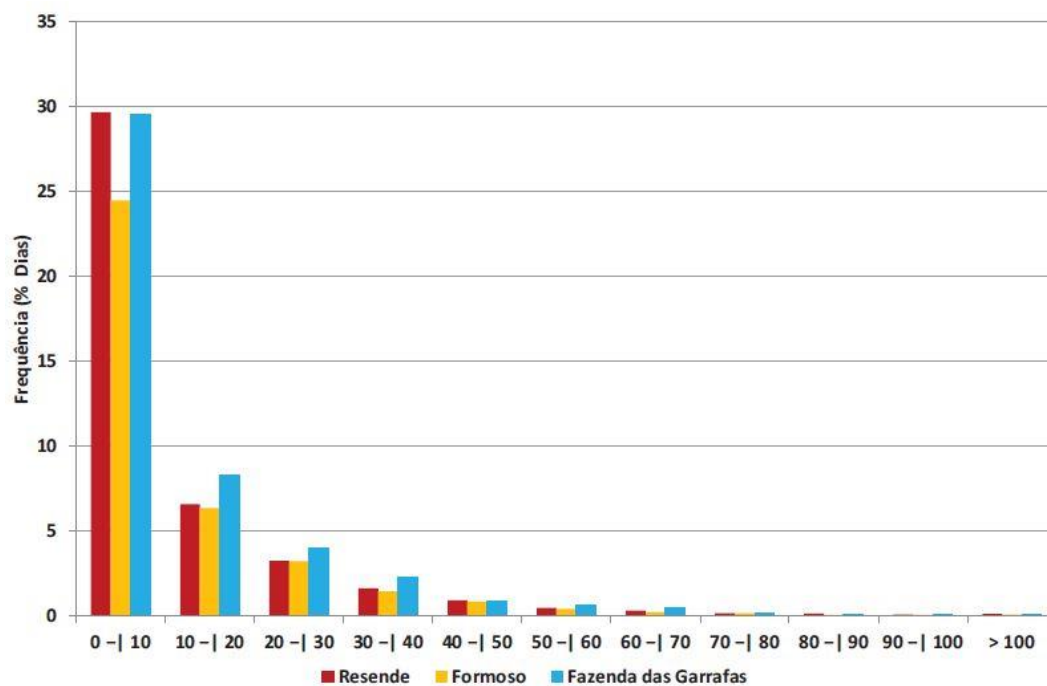


Figura 18: Histograma de frequência dos dias de chuvas com a precipitação das estações de Resende, Formoso e Fazenda das Garrafas.

Fonte: Crescente Fértil (2013)

4 HISTÓRICO DAS INUNDAÇÕES NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SESMARIA

As inundações tem sido um fenômeno frequente no Rio Sesmária, especialmente no seu trecho de baixo curso, tendo se tornado um problema, obviamente, a partir do momento em que passou a ocorrer a ocupação humana de sua bacia. A sociedade – especialmente do trecho urbano de Resende – tem sofrido as consequências dessas inundações em razão da maior ocupação da bacia. Ao mesmo tempo, a ocupação humana tem agido de modo a intensificar a ocorrência desse fenômeno, na medida em que processa intervenções no uso do solo da bacia e/ou promove intervenções no canal do rio.

Os registros sobre ocorrência de inundações do Rio Sesmária são antigos, como relatado por Bopp (1976, p.226), que menciona um “transbordamento” ocorrido em 1928, quando o Sesmária teria demolido “a ponte provisória da estrada Resende-Riachuelo, inaugurada há apenas 4 meses”. O mesmo autor (BOPP, 1976, p.226) faz referência à inundação ocorrida em 1935, quando o Rio Sesmária alcançou “o piso da Ponte Pio Borges à Rua do Rosário”.

Recentemente tem-se observado que os episódios de inundação do Rio Sesmária têm ocorrido em curtos intervalos de tempo, tendo sido registrados eventos em 2009, 2010, 2015, 2016 e a mais recente, em 2019. Em 2009, depois de 12 anos sem causar inundações, uma forte chuva fez transbordar o Sesmária, que atingiu, segundo a Defesa Civil (2009), oito casas localizadas às margens do rio, deixando 20 pessoas desabrigadas. Em 2010 foram duas inundações consecutivas, a primeira em março e a segunda em dezembro (Figuras 19 e 20). De acordo com a Defesa Civil (2011) na inundação ocorrida no mês de dezembro, o nível do rio chegou a três metros (em situação normal a lâmina d’água do Rio Sesmária varia de 50 centímetros a um metro de altura), causando maiores estragos no município, afetando diretamente os seguintes bairros: Jardim Brasília, Jardim Ipiranga, Vila Julieta, Jardim Jalisco e o centro, todos localizados na área urbana da cidade, totalizando 180 casas invadidas pelas águas e 500 pessoas desabrigadas. Houve alagamentos de casas e estabelecimentos comerciais localizados às margens do rio; duas pontes foram interditadas, sendo que uma delas sofreu danos causados pela força das águas. Segundo a Prefeitura (PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE, 2010), as duas inundações ocorridas no ano, foram causadas por “trombas d’água” oriundas das nascentes do Rio Sesmária, em São José do Barreiro/SP.



Figura 19: Inundação no município de Resende. Março, 2010.

Fonte: Projeto Sesmária (disponível em <http://riosesmaria.blogspot.com/> - acessado dia 27 de maio de 2019)



Figura 20: Inundação no município de Resende. Dezembro, 2010.

Fonte: Projeto Sesmária (disponível em <http://riosesmaria.blogspot.com/> - acessado dia 27 de maio de 2019)

De acordo com Campos (2017) informações sobre as precipitações que ocorreram nos meses de março e dezembro do ano de 2010 podem ser obtidas a partir do Formulário de Avaliação de Danos (AVADAN), elaborados pela Defesa Civil de Resende. O AVADAN informa as características dos desastres, avalia os danos humanos, materiais e ambientais provocados pelos eventos, informando também sobre os prejuízos econômicos e sociais resultantes. Segundo informações colhidas a partir do AVADAN (Anexos), por Campos (2017), podem-se observar as causas do desastre e a indicação das

precipitações que ocorreram, como registrado na época pela Defesa Civil do Município, no mês de dezembro, do ano 2010.

Em decorrência do elevado índice de precipitação pluviométrica nas cabeceiras dos rios que cortam os municípios de Arapeí (SP) e São José do Barreiro (SP), no período de 18 horas do dia 14/12/2010 à 01 hora do dia 15/12/2010, motivando, em função de seus deságues, a elevação normal do Rio Sesmaria (Resende, RJ) em mais de 3.50 metros de altura e ocasionando, entre 22 horas do dia 14/12/2010 e 5 horas da manhã do dia 15/12/2010 alagamentos e consequentemente destruição de drenagens, pavimentações, cabeceiras de pontes, e margens deste rio nos bairros e estradas do município de Resende.

Registram-se também no AVADAN, informações sobre as precipitações ocorridas no mês de março do ano de 2010:

Enxurrada brusca ocorrida no dia 16/03/2010 devido a fortes precipitações pluviométricas que assolaram o município a partir das 23 horas do dia 15/03/2010, perdurando durante 4 horas, acumulando aproximadamente 60mm, agravado pela chuva ocorrida no município de São José do Barreiro/SP, localizado a montante do Município ocasionando a elevação do Rio Sesmaria em aproximadamente 4 metros, ocasionando o seu transbordo (CAMPOS, 2017).

Observa-se então, a partir das informações anteriores, que houve uma chuva de 60mm em 4h. Sabe-se também, que a Estação do Formoso, em São José do Barreiro, na parte alta da bacia do Rio Sesmaria, registrou elevados índices para a sua série histórica: 68,5mm no dia 15 e 92,3mm no dia 16/03/2010, indicando continuidade de chuvas na parte alta da bacia. Considerando-se que o dado de precipitação de 60mm é o único dado oficial existente quanto às precipitações que ocorreram nas enxurradas de 2010 na cidade de Resende, cabe buscar uma identificação de qual seria o tempo de recorrência (TR) mais indicado para representar a chuva que provocou os danos listados no AVADAN, ou seja, qual a melhor indicação de probabilidade, em anos, para a repetição ou superação de evento semelhante (CAMPOS, 2017).

Apesar da última inundação ter ocorrido no ano de 2010, o Rio Sesmaria vem sendo monitorado constantemente, havendo registros de cheias nos anos mais atuais, o Quadro 10 identifica as datas registradas, e os fen menos ocorridos desde a primeira inundação datada do Rio Sesmaria.

Quadro 10: Registros das inundações e cheias do Rio Sesmaria ao longo dos anos.

Data	Fenômeno	Fonte
1928	Inundação	BOPP, Itamar. Resende: Cem Anos de Cidade. Resende: Gráfica Sangirard. 1976.
1935	Inundação	BOPP, Itamar. Resende: Cem Anos de Cidade. Resende: Gráfica Sangirard. 1976.
2009	Cheia	https://www.terra.com.br/noticias/brasil/cidades/rio-transborda-deixa-20-desabrigados-em-cidade-do-rj,103968f40d94b310VgnCLD200000bbcceb0aRCRD.html
2010	Inundação (duas)	https://diariodovale.com.br/tempo-real/defesas-civis-entram-em-alerta-24-horas-por-cao-de-temporais/ http://www.focoregional.com.br/Noticia/Defesa%20civil%20distribui%20cartilhas%20de%20preven%C3%A7%C3%A3o%20%C3%A0%20enchentes
2015	Cheia	http://resende.rj.gov.br/noticias/defesa-civil-monitora-rio-sesmaria
2016	Cheia – com nento	https://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2018/11/01/chegada-do-periodo-chuvoso-deixa-defesa-civil-de-resende-em-alerta.ghtml
2019	Cheia	https://avozdacidade.com/wp/defesa-civil-de-resende-monitora-os-rios-paraibas-e-sesmaria/

Organizado pela autora, 2019

Não foi possível verificar se entre os anos de 1936 a 2008 houve episódios de cheias ou inundações, devido à falta de informações. Ressalta-se que a partir do ano de 2011, a Prefeitura de Resende iniciou um processo de dragagem no Rio Sesmaria e construções de muros de gabiões a fim de evitar o transbordamento do mesmo. A partir dos anos de 2011 o Rio Sesmaria não possui registros de grandes inundações, mas sim, de cheias e/ou aumento do nível do rio.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A presente pesquisa pode ser enquadrada como um trabalho teórico, uma pesquisa que se fundamentou em fontes secundárias, ou seja, não teve como escopo promover um trabalho original, mas apoiar-se em material existente, relativamente numeroso, para subsidiar as discussões sobre as recorrentes inundações que caracterizam o baixo curso do Rio Sesmaria.

Parte da motivação dessa pesquisa concentra-se num fato que se mostra bastante paradoxal. Ao longo das últimas décadas houve sensível melhoria do aparato para o estudo das inundações, com o desenvolvimento de tecnologias cada vez mais sofisticadas, capazes de prever esse tipo de acontecimento com elevado grau de confiabilidade. A isso se soma o fato de a própria cidade de Resende ter passado, nesse mesmo intervalo de tempo, por um importante processo de desenvolvimento econômico, o que, dentre outras coisas, tornou possível que ela mesma pudesse dispor daqueles avanços tecnológicos. Ou seja, passou-se a contar com mais recursos e mais acesso a esses recursos. Além disso deve-se observar que ao longo das últimas décadas, importantes trabalhos sobre essa temática foram desenvolvidos, vários deles tomando o Rio Sesmaria como objeto específico de pesquisa, devendo aqui ser citadas, pelo menos, as obras de Mello Filho e Rocha (1994), Sato (2012), Jacob (2013), Crescente Fértil (2013) e Campos (2017). No entanto, ao avanço das tecnologias, à ampliação do seu acesso e à construção de uma base importante de dados primários, o que se observa é uma ampliação tanto do número de ocorrência de inundações, quanto (e sobretudo) uma ampliação do número de pessoas afetadas por elas. Por isso, investigar as causas desse fenômeno natural que continua causando severos prejuízos à população local, ainda se configura e se justifica como um objetivo legítimo de pesquisa.

A etapa de fundamentação teórica privilegiou o levantamento bibliográfico sobre o município, de maneira geral, e sobre a BHRS, de maneira específica. Foram abarcadas informações relacionadas ao histórico processo de ocupação de Resende, assim como da bacia em estudo. O mesmo ocorreu com as pesquisas de outros elementos, físicos e sociais, como demografia, geomorfologia, geologia e clima, de maneira a fundamentar e agrupar as muitas informações existentes. Também se procedeu a um levantamento do histórico das inundações ocorridas na BHRS. As fontes foram as mais diversas possíveis (desde que disponíveis e acessíveis), tais como o Arquivo Histórico de Resende, Prefeitura Municipal, Defesa Civil do Município, sítios eletrônicos e jornais, além do apoio do historiador Júlio Fidélis, a quem deixamos especial agradecimento.

Numa outra parte da construção dessa dissertação foi destinada especial atenção e aprofundamento às causas de ocorrência das inundações do Rio Sesmária. Para tanto, e devido às peculiaridades da bacia, foi adotada uma divisão que agrupou, de maneira geral, as possíveis causas em dois grupos principais: o que chamamos de Causas Intrínsecas, que são aquelas originadas ou potencializadas por características e circunstâncias próprias da bacia. Nesse caso foram abordados estudos específicos sobre declividade, morfometria, intervenções no canal e um estudo mais detalhado sobre os modelos de uso, ocupação e cobertura da terra, o que foi avaliado através da produção de 4 mapas, representativos da condição da bacia para os anos de 1988, 1997, 2008 e 2018. Aqui, certamente, reside a maior contribuição da presente pesquisa. Por outro lado, foram levantadas e estudadas, na medida do possível, aquelas que chamamos nesse trabalho de Causas Extrínsecas, ou seja, aqueles eventos ou circunstâncias que embora ocorram ou se processem fora da BHRS trazem interferência direta e/ou indireta no comportamento hidrológico do Rio Sesmária, de tal maneira, que passam a ser também responsáveis pelas inundações que aí ocorrem. Sem dúvidas o comportamento do Rio Paraíba do Sul, onde deságua o Sesmária, se constitui no centro dessas causas extrínsecas. Não se considera somente a própria dinâmica do rio, mas o fato de ele ser regularizado, logo a montante da cidade de Resende, pela Represa do Funil, que interfere diretamente nas vazões de jusante. A Figura 19 apresenta resumidamente a metodologia descrita.

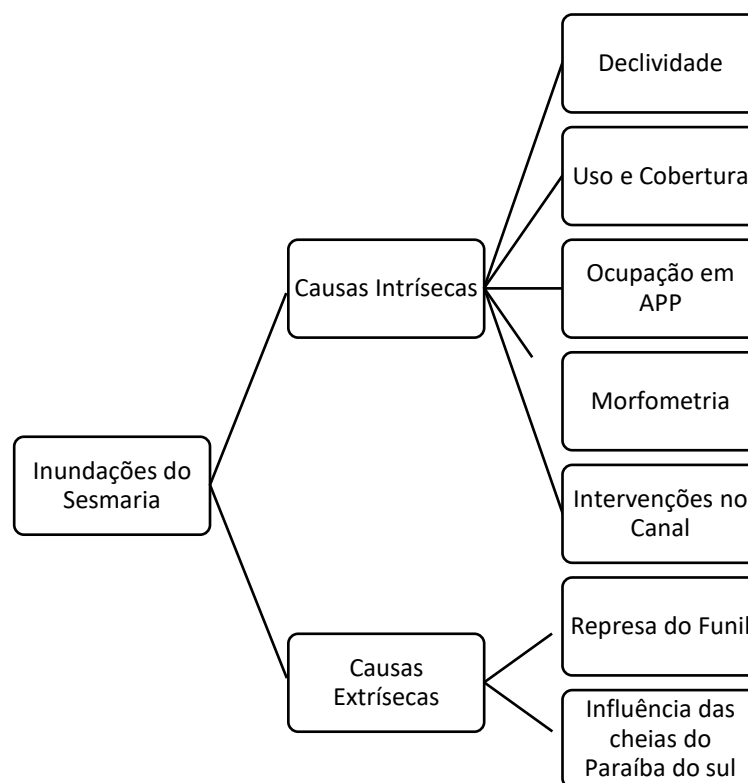


Figura 21: Fluxograma referente às causas das inundações do Rio Sesmaria
Organizado pela autora, 2019.

A metodologia descrita a seguir contempla os procedimentos referentes à elaboração dos mapas de uso e cobertura do solo, de ocupação em APP, bem como sobre o estudo dos parâmetros morfométricos aplicados para a BHRS e suas sub-bacias.

5.1 Uso e Cobertura da Terra

O crescimento desordenado e acelerado das cidades associado à concentração populacional e frágil suporte de planejamento, incluindo conflitos institucionais e tecnológicos, tem gerado uma diversidade de transformações no ambiente urbano. Criam-se, entre outros aspectos, condições específicas de padrões de uso da terra que, associadas aos aspectos geocológicos do sítio, ao processo de ocupação e transformação da paisagem urbana e à situação socioeconômica da população, têm evidenciado impactos negativos no espaço geográfico (JÓIA & ASSUNÇÃO, 2013).

Leite e Rosa (2012) salientam que apesar dos conceitos de “cobertura” e “uso” serem utilizados como sinônimos, suas definições são diferentes. Rosa (1990) trata o conceito de “uso” como “sendo a forma pela qual o espaço está sendo ocupado pelo homem”. O levantamento do uso da terra é de grande importância, na medida em que os efeitos do uso desordenado causam deterioração no ambiente. Os processos de erosão

intensos, as inundações, os assoreamentos desenfreados de reservatórios e cursos d'água são consequências imediatas do mau uso deste solo (ROSA, 1990).

Para McConnell e Moran (2000), cobertura da terra pode ser definida “como a cobertura física observada, incluindo a vegetação (natural ou plantada) e construções humanas que cobrem a superfície da terra”. A cobertura da terra é o estado biofísico da superfície da Terra. Água, gelo, rocha, areia e outras superfícies não vegetadas, embora não sejam de fato uma cobertura, devem ser consideradas como tal. Porém, esses autores definem o conceito de “uso da terra” como “a maneira pelo qual os atributos biofísicos da terra são manipulados e a intenção que se tem com essa manipulação”. A dinâmica do uso da terra é um dos principais determinantes para a alteração da cobertura da terra.

Para a elaboração das cartas de uso e cobertura da terra foram escolhidos os anos de 1988, 1997, 2008 e 2018, cobrindo uma evolução de 30 anos. A escolha dos anos se deu pela intensificação do desenvolvimento econômico-industrial ocorrido no Vale do Rio Paraíba do Sul, com a instalação das cadeias produtivas metal-mecânica e siderúrgica na região nos anos 1990, impulsionando o crescimento econômico do município de Resende. Para que fosse possível fazer um mapeamento de dez em dez anos, foi escolhido o ano de 1988 para o primeiro mapa e para o último mapa o ano de 2018, por ser o mais recente possível.

5.1.1 Elaboração dos mapas de Uso e Cobertura da Terra

A elaboração das cartas de uso e cobertura da terra para os anos de 1988, 1997 e 2008 foram feitas a partir de classificações supervisionadas da composição das bandas R(5) G(4) B(3) do Landsat 5, e no caso do ano de 2018, foram utilizadas as bandas R(6) G(5) B(4) do Landsat 8. As Imagens utilizadas correspondem à órbita 218/76, a qual compreende a área de estudo, todas foram adquiridas no site *Earth Explorer* (<https://earthexplorer.usgs.gov/>), disponibilizado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (USGS). Haja visto que não foi necessária a utilização da cena completa (a qual possui aproximadamente 170x170km), recortou-se o quadrante compreendido pelas coordenadas planas 543000/556000E e 7488000/7517000N, georreferenciado em SIRGAS 2000/23S.

No Quadro 11 estão sintetizadas algumas informações sobre a base de cada uma das imagens utilizadas para o presente estudo.

Quadro 11: Bases utilizadas no mapeamento de uso da terra

Data de aquisição da Imagem:	Tipo de Levantamento:	Satélite Utilizado:	Resolução do Raster (pixel em m):
20/08/1988	Imageamento via Satélite	Landsat 5	30 m
31/08/1997	Imageamento via Satélite	Landsat 5	30 m
21/09/2008	Imageamento via Satélite	Landsat 5	30 m
23/08/2018	Imageamento via Satélite	Landsat 8	30 m

Fonte: autora, 2019.

Para a classificação foram definidas as seguintes classes de uso e cobertura da terra: Áreas Edificadas, que representam os locais com consolidação da ocupação urbana; Agricultura, que constituem pequenas plantações de cultivo familiar; Solo exposto, áreas de corte de encostas e/ou remoção da parte mais superficial do solo; Pastagem, áreas que compuseram cobertura vegetal arbórea pretérita, mas, que devido ao uso extensivo, deram lugar à agricultura e pecuária; Silvicultura, composta pelo plantio de eucaliptos voltados a produção de celulose; Florestal Estacional Semidecidual, que corresponde à vegetação presente na Mata Atlântica.

Para o processo de classificação das imagens, foram criadas as imagens de bandas compostas. Para isso foi necessário utilizar a ferramenta “**Bandas Compostas**” do ArcMAP 10.2.2, nas seguintes opções: **ArcToolbox > Ferramentas de Gerenciamento de Dados>Raster > Processamento do Raster > Bandas Compostas.**

Para a criação das classes espectrais de assinatura para a geração do raster de classificação de uso e ocupação da terra, foi necessário criar um shapefile de “**Assinaturas**” para cada ano, de cada imagem utilizada (1988, 1997, 2008 e 2018). No shape de Assinaturas, foi criado o campo “**Classe**” na tabela de atributos para serem identificadas as respectivas classes espectrais de uso do solo.

Ao serem criadas as assinaturas foram desenhados polígonos que recobrissem áreas com tons de cor semelhantes (tons de: verde, azul, rosa, roxo etc.). Para cada polígono criado (de cor semelhante), foi inserido o nome de classe na tabela de atributos.

Após a criação dos polígonos e a estruturação da tabela de atributos foram geradas as assinaturas dos espectros de cor referente a cada tipo de Uso e Ocupação da Terra presente na imagem. Para esta etapa, foi utilizada a ferramenta do **ArcToolbox >**

Ferramentas de Análise Espacial > Multivariada > Criar Assinaturas para transformar o vetor em estatística para a classificação. Depois da geração da Assinatura, foi executada a ferramenta no **ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Multivariada > Classificação de Máxima Verossimilhança**. Entrou-se com a imagem a ser classificada juntamente com o arquivo de assinatura criado referente a cada ano, ou seja, assinatura do ano “X” com a imagens de banda composta do ano “X”. Depois de gerado o arquivo Raster, as imagens (1988, 1997, 2008 e 2018) apresentaram muitos “ruídos” (muito pixels soltos na imagem), e para melhorar a qualidade da visualização e da classificação da imagem, foi utilizado um filtro para suavizar esses excessos. Tal filtro se encontra no **ArcToolbox > Ferramentas de Análise Espacial > Generalização > Filtro Majoritário**. A última etapa foi transformar a imagem de Raster para Shape, sendo para isso utilizada a ferramenta no **ArcToolbox > Ferramentas de Conversão > Para Raster > Raster para Polígono**.

5.2 Elaboração dos mapas de ocupação em APP

As Áreas de Preservação Permanente (APP) são espaços territoriais especialmente protegidos de acordo com o disposto no inciso III, § 1º, do art. 225 da Constituição Federal. O Código Florestal (Lei Federal no 4.771, de 1965 – e alterações posteriores) traz um detalhamento preciso das Áreas de Preservação Permanente (aplicável a áreas rurais e urbanas), da Reserva Legal (aplicável às áreas rurais), além de definir outros espaços de uso limitado. O conceito legal de APP relaciona tais áreas, independente da cobertura vegetal, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas (MMA, 2011).

Para que fosse realizado o estudo sobre o uso e cobertura da terra e as áreas de APP na Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria recorreu-se às delimitações existentes para as Áreas de Preservação Permanente (APP) que constam da Capítulo II, Artigo 4º da Lei federal nº 12.651/2012, como transcrito a seguir:

“(…) 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) 30 (trinta) metros, para os cursos d’água de menos de 10 (dez) metros de largura;

b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 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;

V - As encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive;

VI - As restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues;

VII - Os manguezais, em toda a sua extensão;

VIII - As bordas dos tabuleiros ou chapadas, até a linha de ruptura do relevo, em faixa nunca inferior a 100 (cem) metros em projeções horizontais;

IX - No topo de morros, montes, montanhas e serras, com altura mínima de 100 (cem) metros e inclinação média maior que 25°, as áreas delimitadas a partir da curva de nível correspondente a 2/3 (dois terços) da altura mínima da elevação sempre em relação à base, sendo esta definida pelo plano horizontal determinado por planície ou espelho d'água adjacente ou, nos relevos ondulados, pela cota do ponto de sela mais próximo da elevação;

X - As áreas em altitude superior a 1.800 (mil e oitocentos) metros, qualquer que seja a vegetação;

XI - Em veredas, a faixa marginal, em projeção horizontal, com largura mínima de 50 (cinquenta) metros, a partir do espaço permanentemente brejoso e encharcado. (...)"

Dentre essas 11 possibilidades legais, no presente estudo foram identificadas e delimitadas as APP referentes apenas aos itens I, IV, IX e X, que se aplicam à BHRS.

Nesse sentido, para delimitação da APP dos itens I e IV, foi utilizado o *shapefile* de drenagem e de nascente, presentes nas cartas que compõe a área de estudo: SF-23-Z-A-II-3 (Resende), SF-23-Z-A-IV-2 (São José do Barreiro) e SF-23-Z-A-V-1 (Bananal). Para a delimitação em si, foi utilizado o software *ArcGIS* 10.2.2, sendo neste programa utilizada a ferramenta “Assistente de Buffer”, a qual já faz a delimitação automática das áreas a partir do *buffer* necessário, ou seja, 30 metros para as áreas de entorno de córregos e rios com largura inferior a 10 metros, e 50 metros de raio para o entorno das nascentes. A imagem da tela da ferramenta utilizada é apresentada na Figura 22.



Figura 22: Delimitação de APP.

Na imagem a seguir (Figura 23) é apresentado o resultado depois da utilização da ferramenta de “Assistente de Buffer”; neste caso as APP de curso d’água estão em azul e as de nascente estão em vermelho.

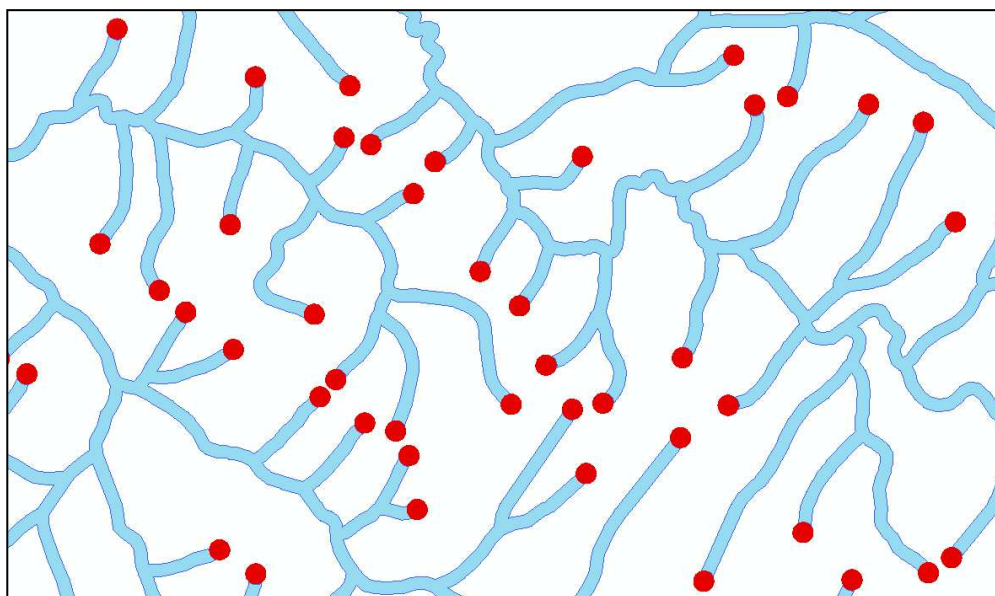


Figura 23: Delimitação de APP de Nascentes.

Para delimitação da APP dos itens IX e X, foi necessária a utilização do modelo digital de elevação (MDE) para a área do presente estudo. Nesse sentido, foi obtida uma imagem em formato Raster (geotiff) da área de pesquisa no *Global Data Explorer* (<https://gdex.cr.usgs.gov/gdex/>) a partir do instrumento *ASTER*¹. Esta imagem possui resolução espacial de 30m x 30m, ou seja, cada pixel possui 900m² de área. A Figura 24 mostra a imagem, já recortada, para a área do estudo.

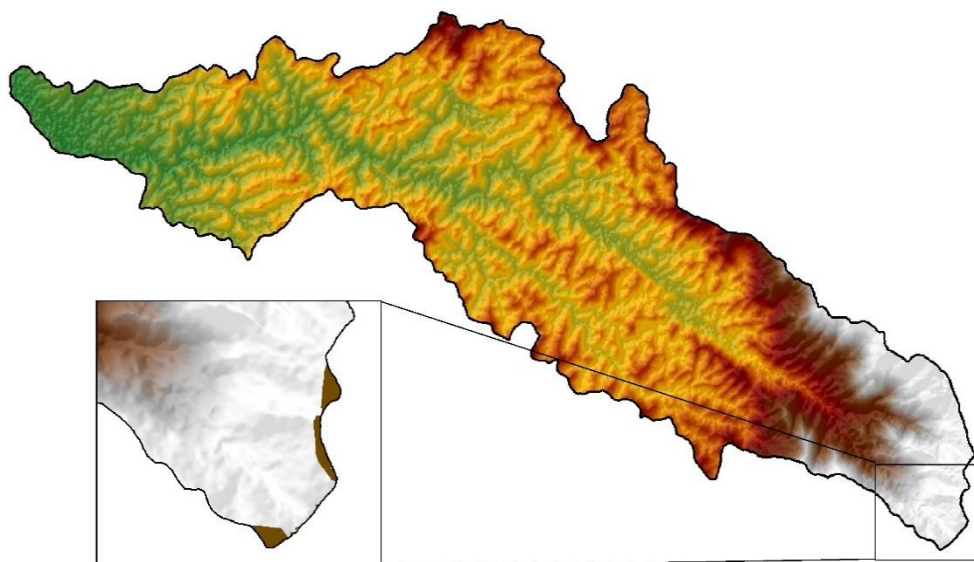


Figura 24: MDE da BHRS.

¹ O ASTER é um dos cinco instrumentos do satélite TERRA. Construído pela indústria e pesquisadores japoneses, ele é útil no estudo de geleiras, desastres naturais, mar, neve, vegetação, uso e ocupação de solos, temperaturas. Se destaca pelas bandas infravermelho próximo, infravermelho de ondas curtas e infravermelho térmico.

Na imagem anterior foi separada a classe do Item X, ou seja, áreas acima de 1.800m de altitude. Observa-se pelo encarte, em detalhe, que tal classe de APP foi identificada em apenas três pequenos fragmentos.

Para a geração da carta de declividade, necessária a identificação do item IX (áreas de topo de morro) foi utilizado o modelo digital de elevação (MDE) já citado anteriormente. Para a geração da declividade da bacia, o MDE foi inserido na ferramenta disponível no ArcToolbox: *Spatial Analyst > Superfície > Declividade* – disponível no software *ArcGIS 10.2.2*. As classes foram definidas em intervalos manuais após a criação do modelo de declividade, sendo utilizados os seguintes intervalos: < 6%; 6 –15%; 15 - 25%; 25 - 45%; 45 – 75%; > 75%. O resultado é apresentado na Figura 25.

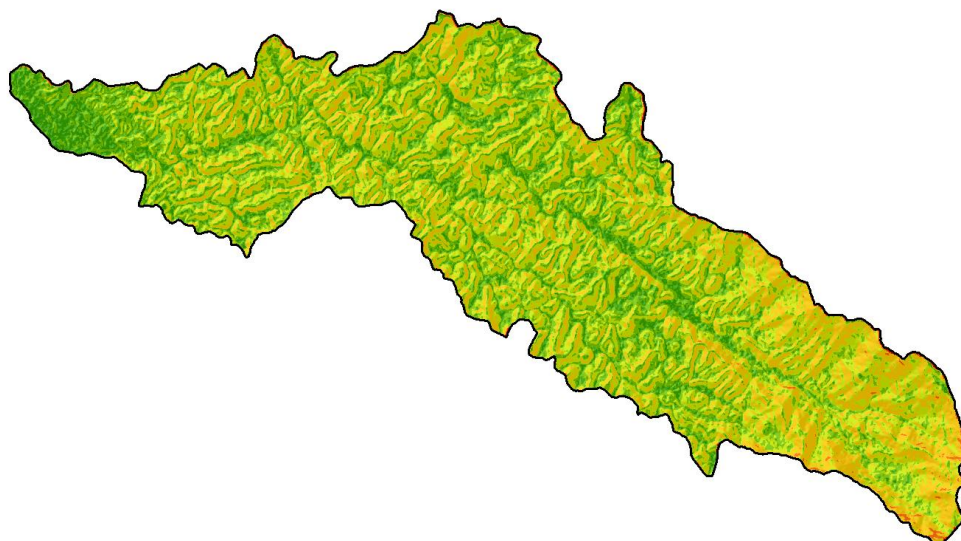


Figura 25: Criação do Mapa de Declividade

A partir dessa imagem foi delimitada, manualmente, as áreas de preservação permanentes em topos de morro. Para essa etapa foram utilizados ambos produtos raster, modelo digital de elevação e declividade, para conseguir realizar a análise visual. Na imagem a seguir (Figura 26) são apresentadas as camadas: declividade (em transparência, onde as manchas em preto são as áreas de declividade acima de 25°) na parte superior, o MDE na parte inferior, as curvas de nível (obtidas pelo MDE), a drenagem e as áreas de preservação permanente de topo de morro, delimitadas em vermelho.

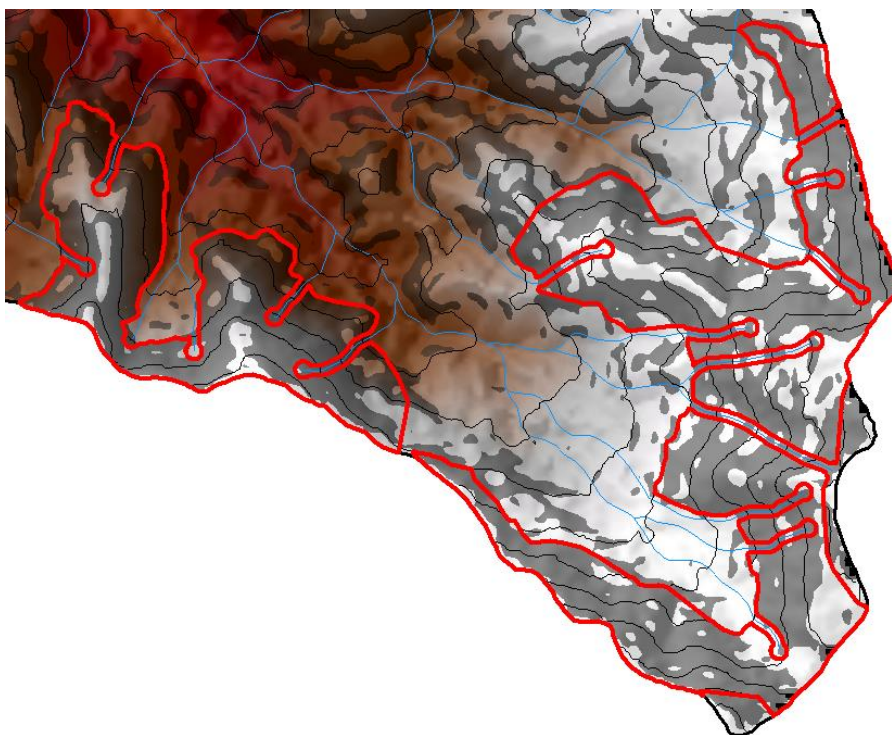


Figura 26: Delimitação de APP de Topos de Morros.

Posteriormente à elaboração dos mapas de APP, as mesmas foram utilizadas na ferramenta disponível no ArcToolbox: *Ferramentas de Análise > Extrair > Recortar* – disponível no software *ArcGIS* 10.2.2, para recortar e encontrar as áreas de intersecção referentes ao uso e cobertura da terra para o ano de 2018.

5.3 Determinação dos parâmetros morfométricos

A escolha dos parâmetros morfométricos foi baseada na importância das variáveis em relação aos estudos de inundações em bacias hidrográficas, tendo sido escolhidos os parâmetros apresentados a seguir.

5.3.1 Hierarquia de drenagem

A hierarquia de drenagem ou fluvial consiste no processo de se estabelecer a classificação de determinado curso de água (ou da área drenada que lhe pertence) no conjunto total da bacia hidrográfica na qual se encontra (CHRISTOFOLETTI, 1974).

Existem vários tipos de hierarquização fluvial. O modelo proposto por Strahler, em 1952 (Figura 27), é o mais utilizado, e considera que os canais de primeira ordem são aqueles que não apresentam tributários, isto é, são canais de cabeceiras de drenagem. Os canais de segunda ordem são os canais subsequentes à confluência de dois canais de primeira ordem e assim sucessivamente, sendo que a confluência com canais de ordem hierárquica menor não altera a hierarquização da rede. O segundo tipo de hierarquização,

5.3.2 Padrão de Drenagem

A drenagem de uma área é fortemente influenciada por dois fatores: climático e geológico, originando padrões de drenagem distintos na forma e na densidade. O padrão da drenagem visto em fotos aéreas e mapas, permite inferir, também o tipo de rocha e estruturas geológicas em muitos casos: assim, dentro do princípio de "causa-efeito", as regiões com rochas e solos associados impermeáveis, como as de folhelhos, ardósias etc., apresentam drenagem densa com muitos riachos e córregos (as águas pluviais escoam por inúmeros pequenos vales) e, pelo contrário, áreas com rochas e solos associados permeáveis, como os arenitos, calcários etc. apresentam drenagem rala com poucos talvegues. Vales retilíneos isolados podem retratar estruturas de fraturas e de falhas onde as rochas são fraturadas e muitas vezes moídas facilitando a penetração e percolação da água da chuva que altera mais rapidamente as rochas que são aí erodidas formando o vale reto (CPRM, 2018).

Christofolletti (1980) explica que os padrões de drenagem se referem ao arranjo espacial dos cursos fluviais, influenciados pela atividade morfogênica, pela evolução geomorfológica do relevo, declividades diferentes e resistências litológicas da região.

Alguns padrões de drenagem são apresentados na Figura 29.

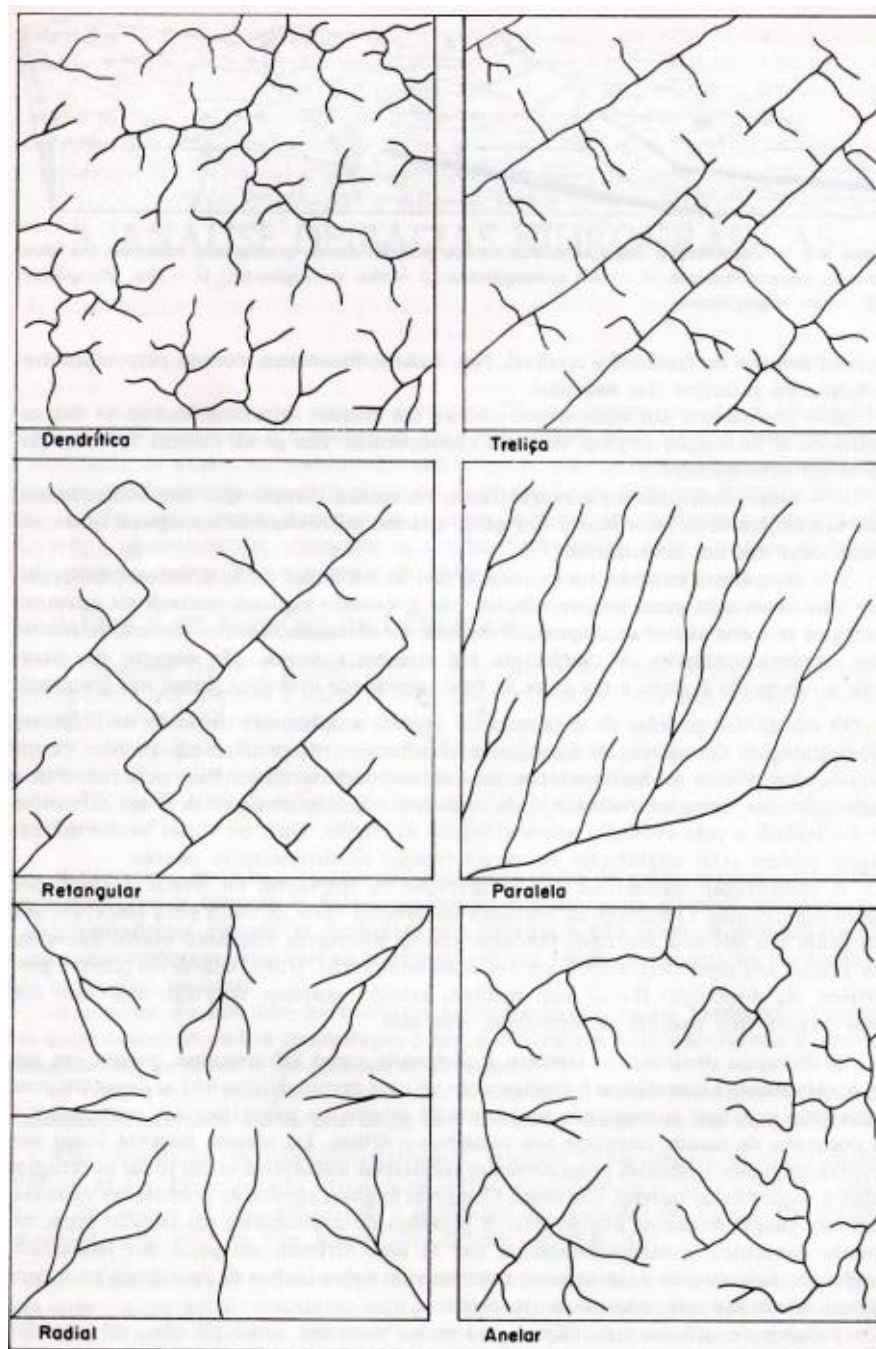


Figura 29: Padrões de drenagem.

Fonte: Chrisrofoletti (1980).

O quadro 12 a seguir apresenta a descrição dos principais tipos de padrões de drenagem.

Quadro 12: Descrição dos principais tipos de padrões de drenagem

PADRÃO DE DRENAGEM	DESCRIÇÃO
Dendrítico	Lembra uma configuração de uma árvore. É típica de regiões onde predomina rocha de resistência uniforme
Treliça	Composta por rios principais consequentes correndo paralelamente, recebendo afluentes subsequentes que fluem em direção transversal aos primeiros. O controle estrutural é muito acentuado, devido à desigual resistência das rochas. Extensão e a profundidade dos leitos serão maiores sobre rochas menos resistentes, dando formação a vales ladeados por paredes de rochas mais resistentes. Este tipo é encontrado em regiões de rocha sedimentares estratificadas, assim como em áreas de glaciação.
Retangular	Variação do padrão treliça, caracterizado pelo aspecto ortogonal devido às bruscas alterações retangulares nos cursos fluviais. Deve-se à ocorrência de falhas e de juntas na estrutura rochosa;
Paralela	Também chamada “cauda equina” ou “rabo de cavalo”, ocorre em regiões de vertentes com acentuada declividade, ou onde existam controles estruturais que favoreçam a formação de correntes fluviais paralelas;
Radial	Apresenta-se composta por correntes fluviais que se encontram dispostas como os raios de uma roda, em relação a um ponto central. Pode desenvolver-se sobre vários tipos e estruturas rochosas, como por exemplo, em áreas vulcânicas e dômicas;
Anelar	Esse padrão assemelha-se a anéis. As drenagens anelares são típicas das áreas dômicas profundamente entalhadas em estruturas com camadas duras e frágeis. A drenagem acomoda-se aos afloramentos das rochas menos resistentes, originando cursos subsequentes, recebendo tributários obsequentes e resequentes.

Fonte: Adaptado de Christofolletti (1980).

5.3.3 Área da Bacia (A)

É toda área drenada por um conjunto de sistema fluvial, sendo geralmente expressa em km².

5.3.4 Perímetro (P)

É o comprimento total da linha de borda, definida pelo divisor de águas em uma bacia, sendo expresso em m ou km.

5.3.5 Índice de Circularidade (Ic)

Proposto por Miller em 1953 (Christofolletti 1980), o valor do I_c correlaciona um valor ideal a um mensurado. O resultado adimensional varia entre 0 a 1. Esse parâmetro indica que uma bacia mais alongada (com índice próximo a 0), favorece o escoamento. Se o valor encontrado estiver mais próximo a 1, a bacia tende a ser mais circular, com escoamento reduzido e alta probabilidade de cheias (LANA; CASTRO, 2006).

Pode ser calculado pela seguinte fórmula geral:

$$I_c = \frac{12,57 * A}{p^2}$$

onde: A é a área da bacia (em Km²)
p² é o perímetro (Km) da bacia.

5.3.6 Forma da Bacia

Afeta diretamente o tempo de transformação da chuva em escoamento. Tem efeito sobre o comportamento hidrológico da bacia, como por exemplo, no tempo de concentração (T_c), definido como sendo o tempo, a partir do início da precipitação, necessário para que toda a bacia contribua com a vazão na seção de controle (PALARETTI, s.d). As bacias hidrográficas têm uma variedade infinita de formas, que supostamente refletem seu comportamento hidrológico (Grupo de Rec. Hídricos da UFPA, 2005).

Geralmente, bacias hidrográficas grandes (de grandes rios) apresentam o formato de uma pera ou de um leque, mas as pequenas bacias variam muito de formato, dependendo de muitos fatores, sobretudo da estrutura geológica do terreno (MACHADO e TORRES, 2012).

Em uma bacia circular (Figura 30), toda a água escoada tende a alcançar a saída da bacia ao mesmo tempo:



Figura 30: Representação de uma bacia arredondada.

Fonte: Do-Couto (2017) - (disponível em: <http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/caracter-sticas-fisiograficas-da-bacia>. Acesso em: 20 jul. 2018).

Uma bacia de formato alongado (Figura 31) tem sua saída na ponta do maior eixo e, mesmo tendo área igual à da bacia circular, o escoamento será mais distribuído no tempo, produzindo, portanto, menor probabilidade de enchente.

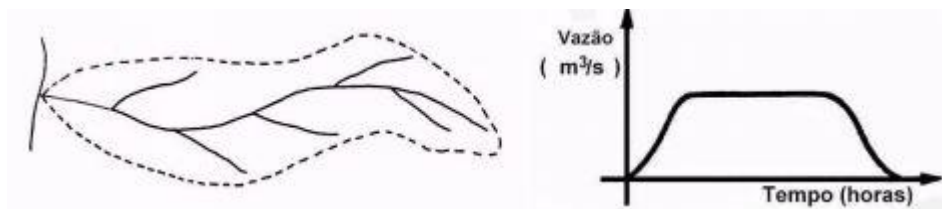


Figura 31: Representação de uma bacia alongada.

Fonte: Do-Couto (2017) - (disponível em: <http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/caracter-sticas-fisiograficas-da-bacia>. Acesso em: 20 jul. 2018).

As bacias do tipo radial ou ramificada (Figura 32) são formadas por conjuntos de sub-bacias alongadas que convergem para um mesmo curso principal. Neste caso, uma chuva uniforme em toda a bacia, origina cheias nas sub-bacias, que vão se somar, mas não simultaneamente, no curso principal. Portanto, a cheia crescerá, estacionará, ou diminuirá na medida em que forem se fazendo sentir as contribuições das diferentes sub-bacias.

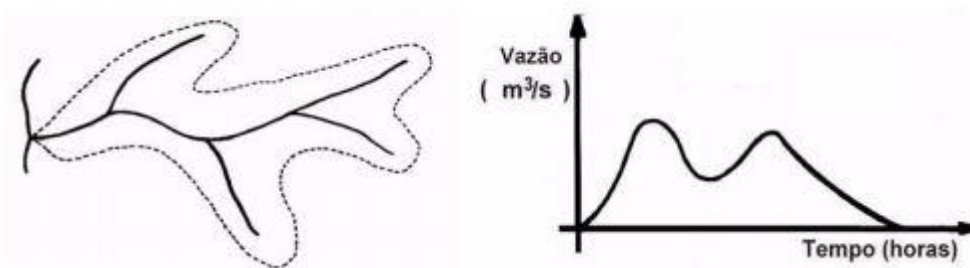


Figura 32: Representação de uma bacia arredondada.

Fonte: Do-Couto (2017) - (disponível em: <http://agronomos.ning.com/profiles/blogs/caracter-sticas-fisiograficas-da-bacia>. Acesso em: 20 jul. 2018).

5.3.7 Fator de Forma (Kf)

É a razão entre a área da bacia (em km²) e o comprimento do eixo da bacia (L), da foz ao ponto mais longínquo da área (PALARETTI, s.d). Uma bacia com fator de forma baixo indica que a mesma é menos sujeita a enchentes que outra, de mesmo tamanho, porém com fator de forma maior (VILLELA e MATTOS, 1975). Isso se deve ao fato de que numa bacia estreita e longa, com fator de forma baixo, há menor probabilidade de ocorrência de chuvas intensas cobrindo simultaneamente toda sua extensão (Grupo de Rec. Hídricos da UFBA, 2005). Sua fórmula geral é:

$$Kf = \frac{A}{L^2}$$

onde: A é a área da bacia em Km²

L² é o comprimento da bacia

5.3.8 Densidade de Drenagem (Dd)

Baseada no ordenamento dos canais também foi calculada a densidade de drenagem que é o resultado da divisão entre o comprimento total dos cursos d'água pela área da bacia (FERREIRA, *et al.* 2010). De acordo com Beltrame (1994) a Densidade de Drenagem pode ser classificada de acordo com os valores apresentados no Quadro 13.

Quadro 13: Classificação da Densidade de Drenagem

Valores de Dd (km/km ²)	Qualificação da Dd
Menor que 0,50	Baixa
De 0,50 a 2,00	Mediana
De 2,01 a 3,50	Alta
Maior que 3,50	Muito Alta

Fonte: Beltrame (1994).

Fórmula:

$$Dd = \frac{Lt}{A}$$

onde: Lt é o comprimento total dos canais em (km)
A área da bacia (km²)

5.3.9 Coeficiente de Compacidade (kc)

Este coeficiente é um número adimensional que varia com a forma da bacia, independentemente do seu tamanho; quanto mais irregular for a bacia, tanto maior será o coeficiente de compacidade. Um coeficiente mínimo igual à unidade corresponderia a uma bacia circular. Se os outros fatores forem iguais, a tendência para maiores enchentes é tanto mais acentuada quanto mais próximo da unidade for o valor desse coeficiente (FERREIRA *et al.* 2010).

Fórmula:

$$K_c = \frac{0,28P}{\sqrt{A}}$$

onde: P é o perímetro em (m) e
A a área em (km²)

5.3.10 Índice de Sinuosidade

É a relação dada entre a distância da foz do rio e sua nascente mais distante, medida em linha reta, e o comprimento do rio principal.

Fórmula:

$$Is = \frac{Lc}{Lv}$$

onde: Is = índice de sinuosidade, adimensional;
Lc = comprimento do canal principal em km
Lv = comprimento do canal principal,
em linha reta (km).

6 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Como já apresentado, o estudo das causas motivadoras e/ou contribuintes da ocorrência de inundações do Rio Sesmaria foram reunidas em dois grupos: as Causas Intrínsecas, que são originadas ou potencializadas por características e circunstâncias próprias da bacia e as Causas Extrínsecas, que agrupam eventos ou circunstâncias que ocorrem fora da bacia, mas que interferem no comportamento hidrológico do Rio Sesmaria.

6.1 Causas Intrínsecas

A seguir são apresentadas e discutidas as causas intrínsecas que se relacionam com o fenômeno das inundações do Rio Sesmaria.

6.1.1 Declividade

A declividade é de fundamental importância para o estudo de áreas susceptíveis à ocorrência de inundações. É através das diferenças de inclinações do terreno (declividades) que se podem estabelecer importantes considerações sobre os locais sujeitos à ocorrência de enchentes e inundações, e também dos locais propícios à instabilizações de encostas (CRISTO, 2001).

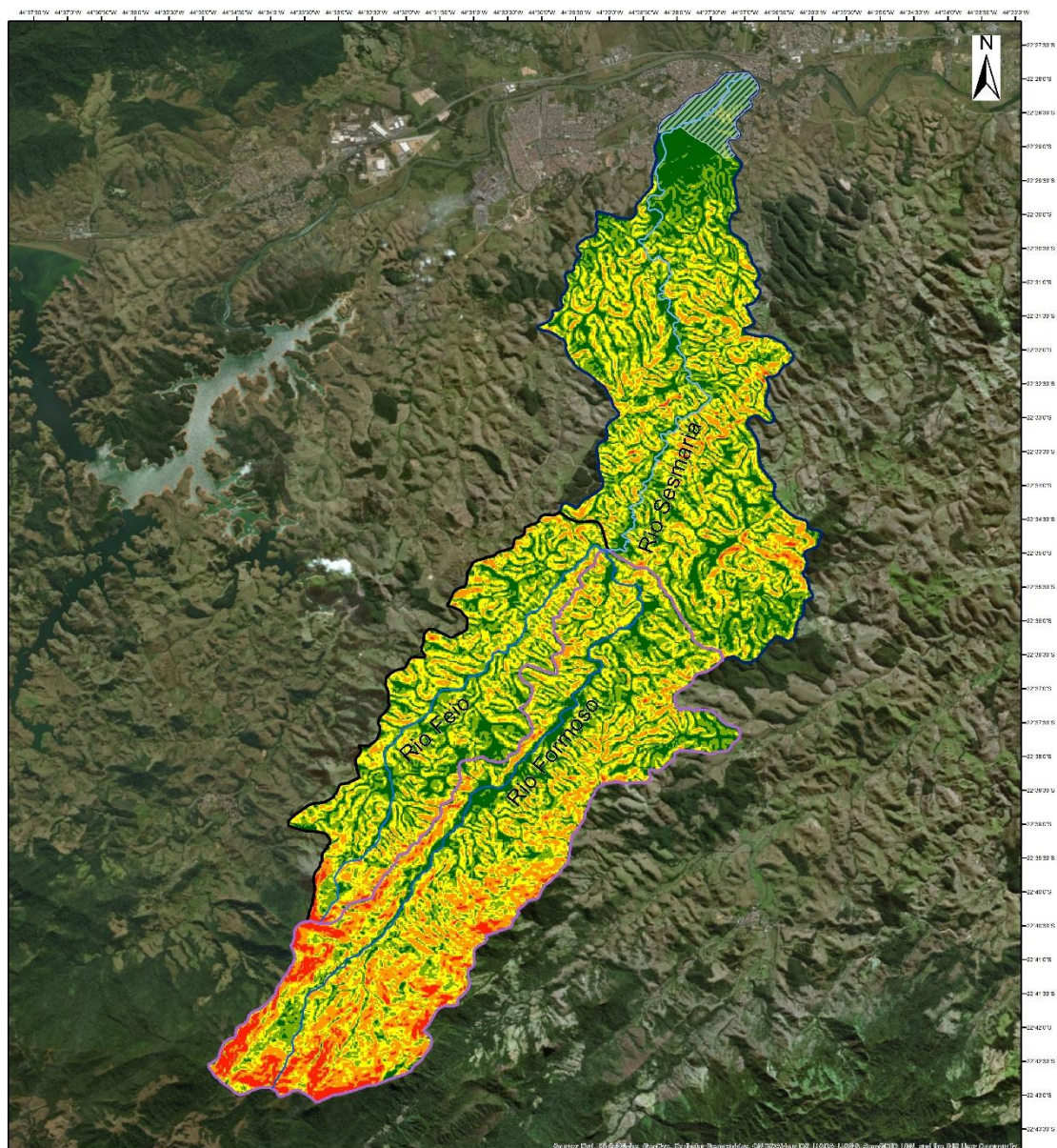
Em terrenos de maiores declividades, a água tende a escoar com maior velocidade, dificultando a infiltração e fovorecendo a ação erosiva superficial. Por esta razão, inúmeros trabalhos utilizam a declividade como um parâmetro identificador da vulnerabilidade de uma área frente à ação erosiva (MACHADO, 2012).

O mapa de declividades da bacia (Figura 33) levou em consideração as classes de declividades propostas pela EMBRAPA (1979, 2006), como apresentado no Quadro 14.

Quadro 14: Classes de Declividades de acordo com o EMBRAPA

CLASSES	DESCRIÇÃO	PROCESSO DE EROÇÃO
0 – 3%: Plano	Superfície de topografia esbatida ou horizontal, onde os desnivelamentos são muito pequenos, com declividades variáveis de 0 a 3%	Sem perdas de solo e movimentos de massa
3 – 8%: Suave Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros (elevações de altitude relativas até 50m e de 50m a 100m, respectivamente), apresentando declives suaves, predominantemente variáveis de 3 a 8%.	Início de escoamento difuso e laminar. Sulco
8 – 20%: Ondulado	Superfície de topografia pouco movimentada, constituída por conjunto de colinas e/ou outeiros, apresentando declives moderados, predominantemente variáveis de 8 a 20%.	Movimento de massa (creep e escorregamentos), escoamento laminar, sulcos e ravinas.
20 – 45%: Forte Ondulado	Superfície de topografia movimentada, formada por outeiros e/ou morros (elevações de 50 a 100m e de 100 a 200m de altitudes relativas, respectivamente) e raramente colinas, com declives fortes, predominantemente variáveis de 20 a 45%.	Erosão linear muito forte, grande perda de solo, movimentos de massa (creep, escorregamento).
45 – 75%: Montanhoso	Superfície de topografia vigorosa, com predomínio de formas acidentadas, usualmente constituídas por morros, montanhas, maciços montanhosos e alinhamentos montanhosos, apresentando desnivelamento relativamente grandes e declives fortes e muito fortes, predominantemente variáveis de 45 a 75%.	Erosão linear muito forte, grande perda de solo, movimentos de massa (creep, escorregamento, queda de blocos, avalanches)
Acima de 75%: Escarpado	Áreas com predomínio de formas abruptas, compreendendo superfícies muito íngremes e escarpamentos, tais como: aparados, itaimbés, frentes de cuevas, falésias, vertentes de declives muito fortes, usualmente ultrapassando 75%.	Movimento de massa (escorregamentos, queda de blocos, avalanches), colapsos.

Fonte: EMBRAPA (1979, 2006); Granell-Pérez (2004, p.78).



LEGENDA

- Rio Feio
- Rio Formoso
- Rio Sesmaria
- Área Urbana de Resende
- Bacia do Rio Formoso
- Bacia do Rio Feio
- Bacia de Resende (baixo curso)

CLASSES DE DECLIVIDADE

- 0 - 3% - Plano
- 3 - 8% - Suave Ondulado
- 8 - 20% - Ondulado
- 20 - 45% - Forte Ondulado
- 45 - 75% - Montanhoso

Sistema de Coordenadas: UTM
 Sistema de Referências: SIRGAS 2000
 Zona: 23S
 Fonte: Embrapa (1979); Basemap
 Execução: Angel Loo
 2019.



Figura 33: Mapa de declividade da BHRS

Os quadros 15 e 16 apresentam os resultados para o parâmetro declividade na BHRS, destacando-se as áreas ocupadas por cada classe na bacia, de maneira geral e em cada sub-bacia, de maneira específica.

Quadro 15: Relação de declividade encontrada na BHRS

Declividade %	0 - 3 %	3 - 8 %	8 - 20 %	20 - 45 %	45 - 75 %	> 75 %	TOTAL
BHRS							
Área (km ²)	8,97	27,23	89,57	23,63	0,17	0,01	149,58 km ²
Bacia total em %	6,01%	18,26%	60,07%	15,84%	0,11	-	100,00%

Fonte: autora, 2019

Quadro 16: Relação das classes de declividade para as sub-bacias do rio Feio, Formoso e Baixo Curso

Declividade %	0 - 3 %	3 - 8 %	8 - 20 %	20 - 45 %	45 - 75 %	> 75 %	TOTAL
Sub. Feio							
Área (Km ²)	1,44	5,61	20,66	2,74	0,01		30,46 km ²
Bacia Total em %	4,70%	18,32%	67,49%	8,95%	0,03%		100%
Sub. Formoso							
Área (Km ²)	1,9	7,73	34,29	16,73	0,16	0,01	60,82 km ²
Bacia Total em %	3,14%	12,79%	56,77%	27,69%	0,26%	0,01%	100%
Bacia de RSD (Baixo curso)							
Área (Km ²)	5,63	13,89	34,62	4,16			58,3 km ²
Bacia Total em %	9,61%	23,71%	59,11%	7,10%			100%

Fonte: autora, 2019.

Como se pode observar, pelo mapa e pelos dados discriminados anteriormente, a classe de declividade que ocupa a maior parte da BHRS é a do intervalo de 8% a 20%, que corresponde ao relevo do tipo Ondulado, ocupando 60,07% da área total. Ao analisarmos os dados por sub-bacia, como apresentado no Quadro 16, podemos observar que o relevo Ondulado é mais representativo na sub-bacia do Rio Feio, onde ocupa 67,49% da área total. Na sub-bacia do Rio Formoso este tipo de modelado do relevo representa 56,77% da área total. Esses valores encontrados condizem com a proximidade da Serra da Bocaina.

Silva (2014) explica que quando os valores da declividade aumentam mudam-se as relações entre escoamento superficial e infiltração, aumentando-se o primeiro, ao mesmo tempo em que se reduz a taxa de infiltração de água no solo, uma vez que o maior declive faz acelerar o escoamento. Em áreas de relevo mais declivoso a infiltração da água praticamente não acontece, sendo mais intensos o escoamento superficial e a ocorrência de processos erosivos.

Entretanto, as menores declividades (relevo plano) favorecem a infiltração da água no solo, dificultando o escoamento superficial, o que resulta em menores taxas de erosão (SILVA, 2014). Contudo, Guimarães (2008) salienta que um solo com baixa

declividade apresenta escoamento de baixa velocidade e a capacidade de transporte fica limitada à vazão, visto que as enxurradas ocorrem a partir de chuvas intensas e concentradas e de deflúvio rápido e intenso, causadas por relevos com declividades mais acentuadas. Diante disso, a falta de uma capacidade de escoamento maior acaba por gerar acúmulo de água em áreas planas, causando as inundações nessas áreas, como ocorre no baixo curso do Rio Sesmaria, na área urbana de Resende.

De acordo com os resultados da declividade, vistos nos quadros anteriores, pode-se compreender melhor os mecanismos formadores (ou intensificadores) das inundações do Rio Sesmaria. Conjuga-se a presença de maiores declividades nas áreas de alto curso dos rios Feio e Formoso (onde os valores da classe de declividade contida no intervalo de 20% a 45% ocupam 27,69% da área), localizadas próximas à Serra da Bocaina, com as áreas de menor declividade, localizadas próximas à foz do Rio Sesmaria no Paraíba do Sul, onde as áreas planas (0 a 3%), localizadas na área urbana da cidade, ocupam quase 10% dessa unidade. Nesse aspecto, as chuvas que ocorrem no montante da bacia, em razão de maiores declividades é escoada, em maior velocidade, para o baixo curso do Rio Sesmaria, onde a presença da planície, de baixas declividades, favorece o seu transbordamento.

6.1.2 Uso e cobertura da terra

Para avaliar as modificações de uso e cobertura da terra processadas na BHRS – e que se relacionam diretamente à ocorrência e/ou intensificação das inundações – optamos por retratar momentos históricos distintos da bacia, apresentados através de quatro mapas referentes aos anos de 1988, 1997, 2008 e 2018, como pode ser observado nas figuras que se seguem

6.1.2.1 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1988

A Figura 34 apresenta a situação do uso e cobertura da terra para o ano de 1988, enquanto nos Quadros 17 e 18 pode-se observar o quantitativo ocupado por cada classe.

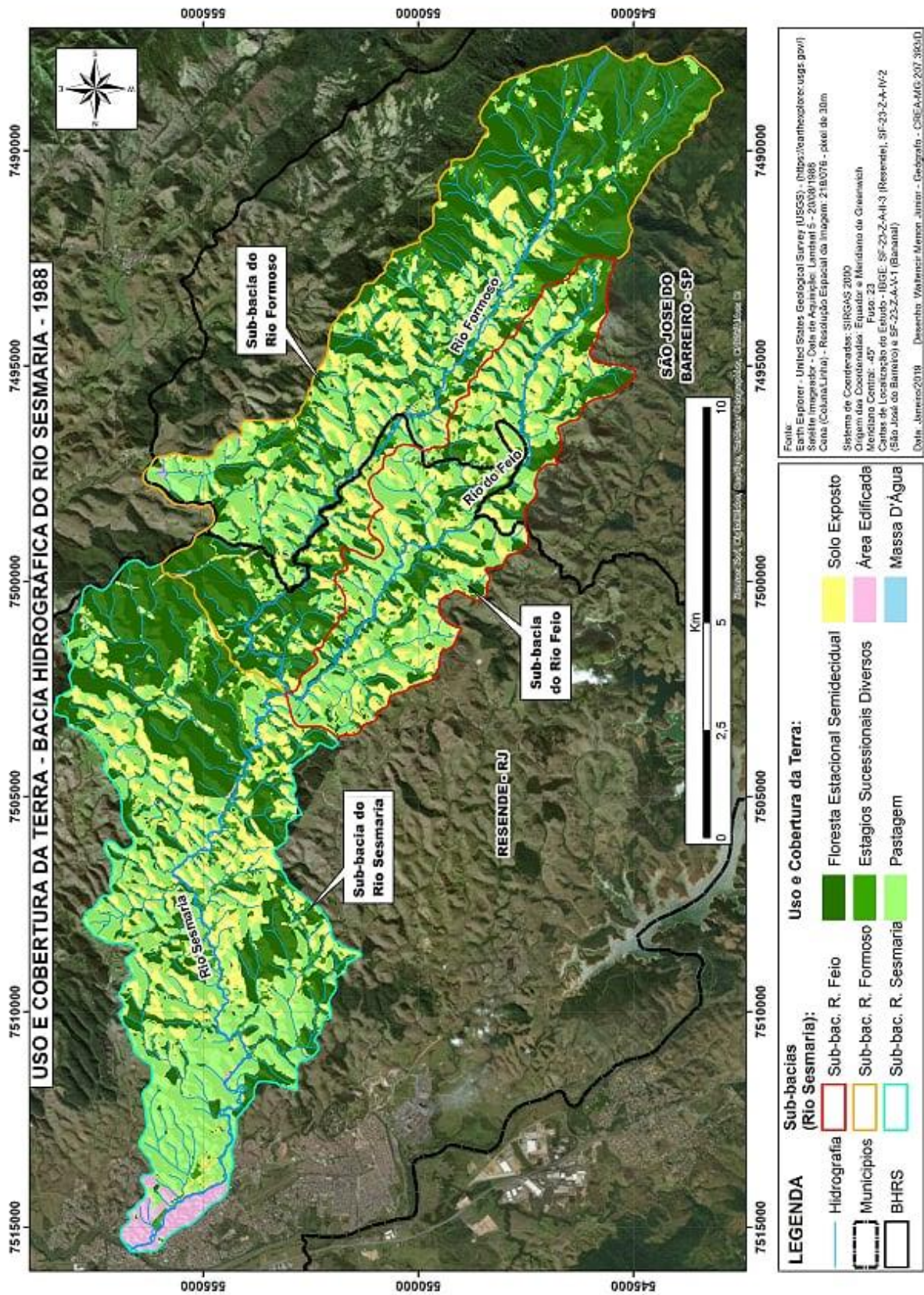


Figura 34: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1988

Quadro 17: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1988

Classes	(Km ²)	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	11,27	7,53
Floresta Estacional Semidecidual	60,95	40,72
Pastagem	42,36	28,31
Silvicultura	0,00	0,00
Solo Exposto	32,62	21,80
Urbano	2,36	1,57
Total	149,60	100,00

Fonte: autora, 2019.

Quadro 18: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1988, segundo os municípios

Ano de 1988	Municípios	
Classes	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	7,2	8,03
Floresta Estacional Semidecidual	34,74	49,4
Pastagem	32,66	21,95
Silvicultura	0	0
Solo Exposto	22,92	20,24
Urbano	2,43	0,4
Total	100,00	100,00

Fonte: autora, 2019.

Os dados apresentados nos quadros anteriores permitem fazer algumas considerações sobre o uso e cobertura da terra na BHRS em 1988. A classe Floresta Estacional Semidecidual, mais conhecida como Mata Atlântica, ocupava 40,72% do total da área da BHRS, embora estivesse, em sua maior parte, concentrada na sub-bacia do Rio Formoso. Também se observa que a área de floresta é mais representativa no município de São José do Barreiro/SP, onde ocupava 49,4%, enquanto na parte da bacia situada no município de Resende as áreas de florestas ocupavam 34,74%.

A vegetação primária da BHRS vem sendo substituída ao longo dos anos, primeiramente dando lugar ao cultivo do café, persistindo até a crise econômica ocorrida nos anos 1920, e posteriormente às pastagens, para a criação da pecuária extensiva, que em 1988 já representavam 28,31% da área total da BHRS, sendo mais presente no município de Resende, onde, portanto, a substituição de florestas por pastagens foi mais intensa. As áreas de pastagem no Brasil foram, e são, formadas a partir do desmatamento das florestas nativas e em diferentes graus de regeneração, da conversão de áreas agrícolas ou da recuperação de pastos degradados. Como visto no Capítulo 3 (Área de Estudo), a região

anteriormente coberta por extensas e intrincadas matas, teve sua paisagem transformada pela cultura cafeeira e suas sucessivas queimadas para dar lugar às novas mudas, ou seja, a expansão do café resultou na grande destruição da Mata Atlântica da região, sendo apenas hoje encontrada nas partes mais altas da bacia, como na Serra da Bocaina. Com o declínio da produção de café, em consequência do esgotamento dos solos, das terras atingidas pela erosão e dos desequilíbrios climáticos e hidrológicos da região, as enormes áreas foram cedendo espaço para a pastagem e criação de gado. Apesar do solo se encontrar degradado e abandonado, a pastagem se alastrava na região facilitando a introdução da agropecuária intensiva, vista como “solução” para as terras abandonadas.

Os estágios sucessivos diversos encontram-se não muito expressivos para o ano de 1988 na BHRS, sendo representado com 7,53%. Diante da economia que a BHRS se encontrava na época analisada, pode-se entender que são áreas consideradas em recuperação por apresentarem uma vegetação em evolução, em razão do seu abandono, pois eram consideradas improdutivas para o café ou qualquer outra cultura.

A Classe de Solo Exposto estava presente em 21,80% total da BHRS, um número muito elevado, demonstrando o elevado estado de degradação da bacia, em razão da atuação de processos erosivos. Considera-se aqui “solo exposto” as áreas com ausência de cobertura vegetal, que sofrem com a erosão laminar, com o pisoteio do gado e com a baixa produtividade. Nas regiões declivosas por onde passou o monocultivo do café, as vertentes passaram por um processo de selagem do solo, com a promoção de crostas (DANTAS & COELHO-NETTO, 1996), o que impedia a infiltração das águas, além da perda de agregação de suas partículas, o que aumentou a propensão à erosão (BRASIL *et al.* 2018).

Essa exposição acarreta em sérios problemas, pois quando há a perda da cobertura vegetal (por queimada, corte ou pastoreio), a exposição do solo desnudo promove a formação de uma crosta superficial decorrente do impacto direto das gotas de chuva, o que reduz a infiltração da água e aumenta o escoamento. Isto diminui as possibilidades de estabelecimento da cobertura vegetal (GALINDO *et al.* 2008).

A classe urbana na BHRS aparece com 2,36% estando quase exclusivamente concentrada no município de Resende, no baixo curso do Rio Sesmaria. Segundo estimativa populacional do IBGE, em 1988, a população de Resende era de 87.275 habitantes e a de São José do Barreiro de 3.942. Ressalva-se que com a substituição da antiga rodovia dos Tropeiros pela atual Rodovia Presidente Dutra aumentou-se o fluxo de

comércio e, posteriormente demográfico, entre os municípios que se localizavam à margem da rodovia, conseqüentemente havendo uma diminuição na economia local dos municípios localizados ao longo da antiga estrada, que chegaram a ser consideradas como “cidades mortas” (COTRIM, 2017). A instalação da Academia Militar das Agulhas Negras, em 1943, no município de Resende, também foi um dos grandes impulsionadores do desenvolvimento que acontecera no município, trazendo novos habitantes militares e impulsionando o comércio da cidade.

A duplicação da rodovia, obra completada em 1967, fez aumentar a demanda de tráfego entre as cidades cortadas pela rodovia, modernizando indústrias já presentes na região e trazendo novos investimentos, como ocorreu com Resende, que passou nessa época por uma aceleração industrial, com a implantação de novas empresas como Wander do Brasil (Ovomaltine), Babcock-Wilcox Caldeiras, Cerâmica Bela Vista, Mannesmann Irrigação e Cerâmica São Caetano (BENTES, 2014).

Entre os anos de 1970-1980 Resende já era vista como um dos futuros polos industriais da região. Com a chegada das empresas de grande porte, principalmente relacionadas ao setor químico-farmacêutico, como Cynamid Química do Brasil (posteriormente BASF) e as Indústrias Químicas do Brasil (IQR, atual Clariant), em 1980 instala-se no município o “Polo Industrial de Porto Real” (LEITE & ALVES, 1998), distrito antes pertencente a Resende e emancipado em 1995, abrigando grandes empresas de diversos setores, atraindo ainda mais o investimento e intensificando o crescimento populacional da cidade. Em Itatiaia (emancipado em 1989), foram implantadas empresas como Xerox e Michelin, próximas a rodovia Presidente Dutra. Nos anos 1980-90 instalou-se também a Indústrias Nucleares do Brasil (INB), no distrito de Engenheiros Passos, pertencente a Resende.

Enquanto o município de Resende se destacava como polo industrial da região, São José do Barreiro, por outro lado, tinha sua economia baseada em agricultura de subsistência e pecuária leiteira, sendo estas atividades responsáveis pela principal base econômica do município, enquanto o turismo-rural e o ecoturismo surgem como um incremento a economia.

6.1.2.2 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1997

A Figura 35 apresenta a situação do uso e cobertura da terra para o ano de 1997, enquanto nos Quadros 19 e 20 pode-se observar o quantitativo ocupado por cada classe.

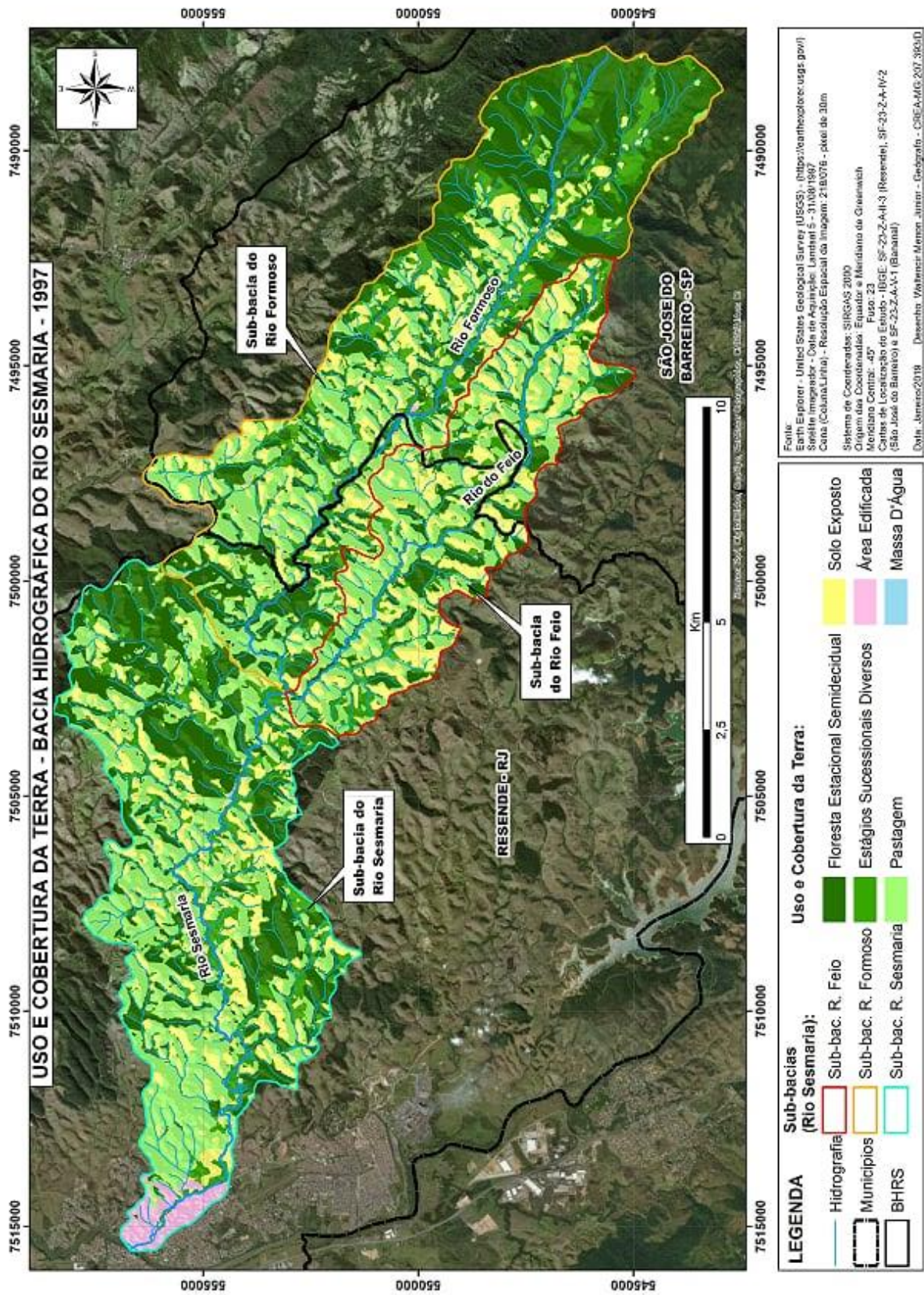


Figura 35: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 1997

Quadro 19: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1997

Classes	(Km ²)	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessionais Diversos	24,06	16,08
Floresta Estacional Semidecidual	49,53	33,1
Pastagem	44,63	29,83
Silvicultura	0	0
Solo Exposto	28,9	19,31
Urbano	2,44	1,6
Total	149,6	100,00

Fonte: autora, 2019

Quadro 20: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 1997, segundo os municípios

Para o ano de 1998	Municípios	
Classes	Resende	S. J. do Barreiro
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	14,77	18,01
Floresta Estacional Semidecidual	28,54	39,77
Pastagem	34,6	22,8
Silvicultura	0	0
Solo Exposto	19,49	19,04
Urbano	2,54	0,4
Total	100,00	100,00

Fonte: autora, 2019

Interpretando os dados dos quadros anteriores, referentes ao ano de 1997 é possível notar que houve expressiva diminuição da classe floresta, 10,81%, em relação ao ano de 1988, caindo de 40,72% para 33,10%, com paralelo aumento da área de pastagem, associada à pecuária extensiva que, na época, ainda se encontrava em forte crescimento. Observa-se que no levantamento de 1997, assim como em 1988, não houve detecção da classe Silvicultura, que embora esteja presente no vale do Rio Paraíba do Sul Paulista, desde os anos de 1965 (JUNIOR *et al.* 2012), ainda não havia chegado à bacia em estudo.

De acordo com estimativa populacional realizada pelo IBGE para o ano de 1997, Resende contava com 98.534 habitantes e São José do Barreiro com 4.159. Esse crescimento demográfico mais notável no município de Resende, pode ser explicado pelas novas empresas que se instalaram na região do Vale do Rio Paraíba Fluminense, que a partir dos anos 1990 já era vista como uma região com forte concentração industrial no setor automobilístico, principalmente nos municípios de Porto Real e Resende, como a instalação da Volkswagen em 1995 (atual MAN Latin American). Dessa forma, Resende e outras cidades do vale do Paraíba foram se consolidando como polos industriais, o que

aumentou a demanda por espaço urbano (MAGALHÃES, 2017). Isso explica a expansão da ocupação urbana na bacia exclusivamente no município de Resende.

6.1.2.3 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008

A Figura 36 apresenta a situação do uso e cobertura da terra para o ano de 2008, enquanto nos Quadros 21 e 22 pode-se observar o quantitativo ocupado por cada classe.

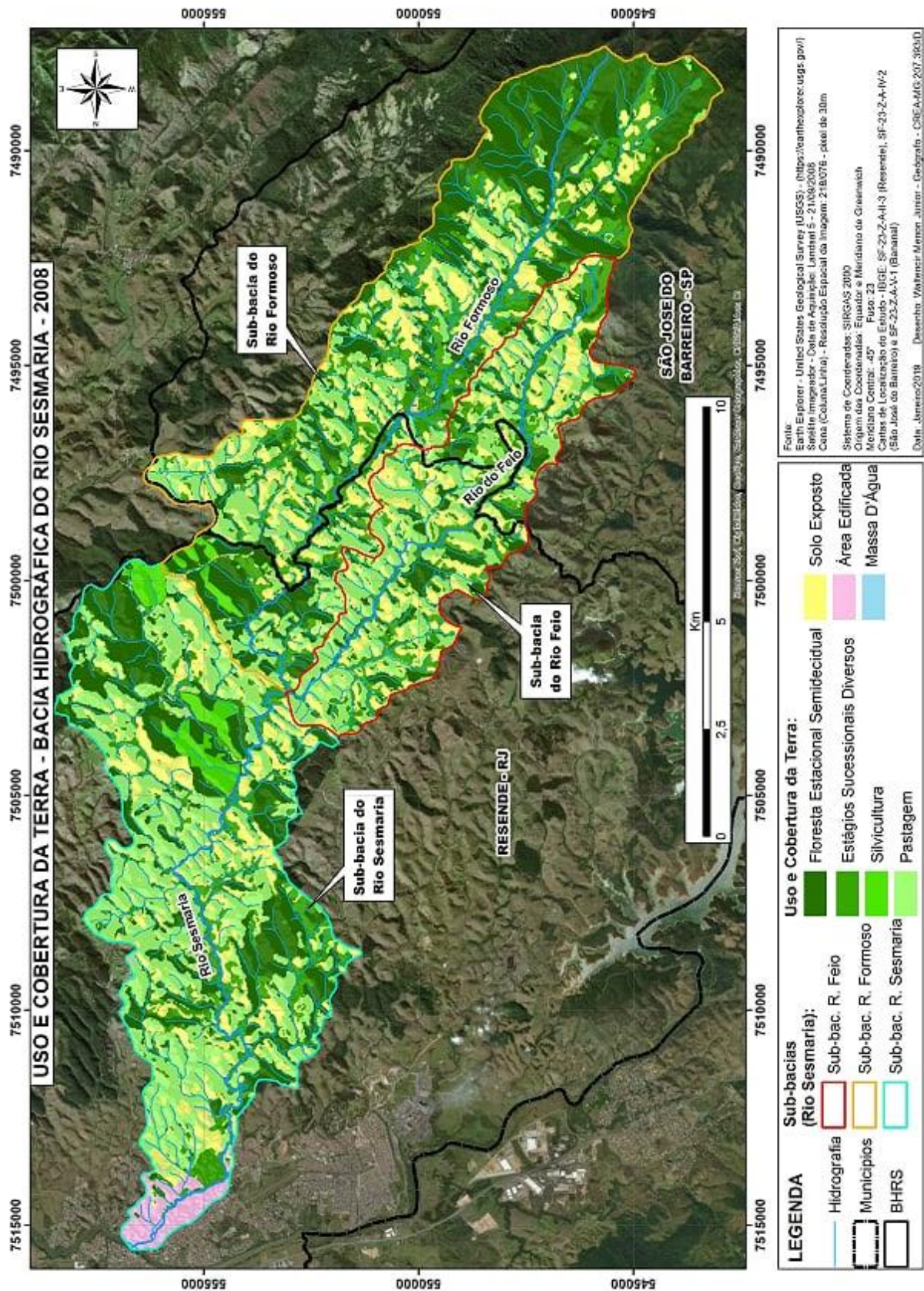


Figura 36: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2008

Quadro 21: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2008

Classes	(Km ²)	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	28,55	19,08
Floresta Estacional Semidecidual	44,32	29,62
Pastagem	44,41	29,68
Silvicultura	3,01	2,01
Solo Exposto	26,34	17,6
Urbano	2,93	1,95
Total	149,6	100,00

Fonte: autora, 2019.

Quadro 22: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2008, segundo os municípios

Classes	Municípios	
	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	15,43	24,42
Floresta Estacional Semidecidual	24,74	36,77
Pastagem	36,64	19,57
Silvicultura	3,4	0
Solo Exposto	16,73	18,81
Urbano	2,99	0,4
Total	100,00	100,00

Fonte: autora, 2019.

A partir das informações do mapa e dos quadros anteriores pode-se observar as seguintes tendências no período 1997/2008: continuidade no processo de redução das áreas de floresta, redução das áreas de solo exposto, aumento das áreas de ocupadas pelas classes Estágios Sucessivos Diversos e Área Urbana e os primeiros registros de áreas ocupadas pela Silvicultura do eucalipto na bacia. De acordo com reportagem veiculada pelo portal G1 (<http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2015/11/resende-e-cidade-que-mais-destrui-mata-atlantica-no-rj-capital-e-4.html>), Resende se configura como o município que mais destruiu Mata Atlântica no Estado do Rio de Janeiro, entre os anos de 2000 e 2014. Pelo mapeamento de 2008 é possível verificar a redução das áreas de florestas e o paralelo aumento das áreas de silvicultura (3,01 km²), totalmente localizados na parte da bacia pertencente ao município de Resende, assim como a expansão da área urbanizada, também localizada na área urbana de Resende.

Apesar do leve aumento na área de pastagens, dados fornecidos pela Embrapa (2016) revelam que as áreas de expansão do eucalipto correspondem às áreas de pastagens

e não de mata primária, embora deva-se observar que a mata primária fora anteriormente substituída pela pastagem.

Em sua monografia, Abdalad (2006) constatou que a expansão do eucalipto no MVRPS vem ocorrendo em manchas descontínuas, que ajudam a fragmentar cada vez mais a Mata Atlântica na região. Foi observado que os plantios recobrem as médias e altas encostas, concentrando-se nas sub-bacias do alto, alto-médio e médio do vale do Rio Paraíba do Sul, e que no período de 2000 a 2007, a taxa de expansão dessa atividade foi de 250,77 ha/ano entre as cidades de Queluz/SP (Figura 37) e Volta Redonda/RJ, reforçando que a divisa entre os estados do Rio de Janeiro e São Paulo é a fronteira de expansão desta atividade no MVRPS (VIANNA *et al.*, 2009).

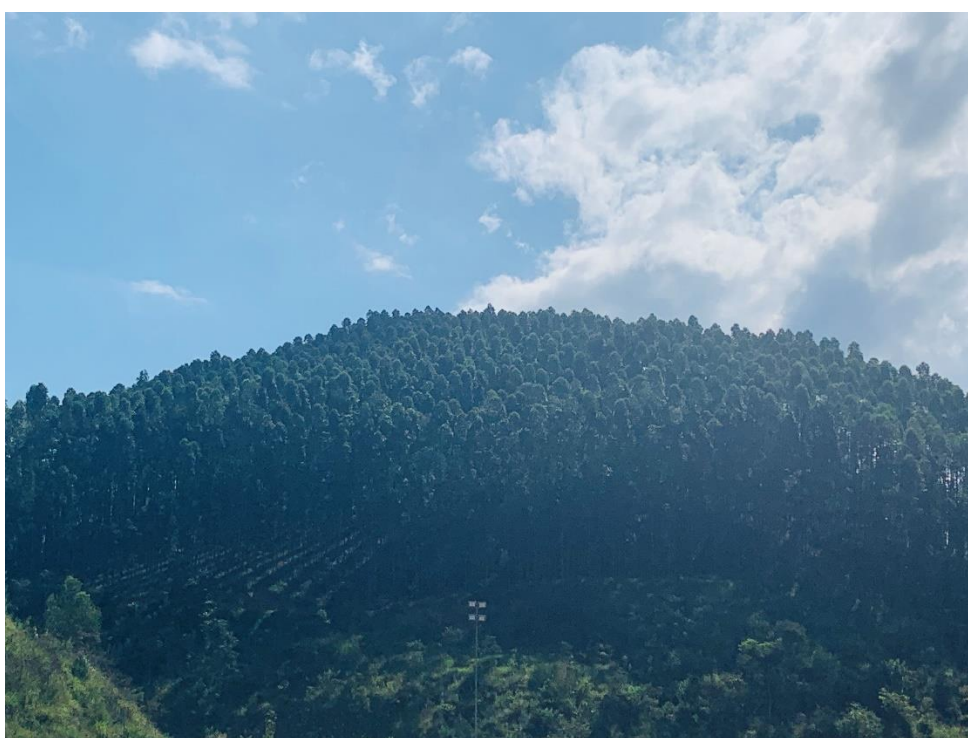


Figura 37: Eucaliptos no limite de Queluz - SP com Resende - RJ.
Fonte: arquivo pessoal, 2019.

De acordo com Sato *et al.* (2009) as principais empresas que realizam o plantio de eucalipto na região são: a Votorantim Celulose e Papel (atual FIBRIA, inaugurada em 2009, unidade Jacareí/SP), a Nobrecel S/A Celulose e Papel (decretada falência em 2013) e a Klabin (inaugurada em 1899 – unidade Jundiaí/SP). Por ser uma cultura de grande potencial de produção e baixo custo, segundo De Mello Rezende (2016), no MVRPS Paulista, as indústrias locais exercem uma grande influência no que diz respeito a expansão da silvicultura na mesorregião, principalmente na produção de papel e celulose e toras de madeira. Apesar de ter tido uma expansão notória da silvicultura na região, houve um

declínio na produção de toras entre os anos de 2000 a 2005, e posteriormente, um acentuado aumento a partir dos anos de 2010. Segundo as empresas prestadoras de serviço de plantio e manutenção do eucalipto, o custo de produção de um hectare é da ordem de R\$ 5.000,00, considerando um período de 7 anos até o primeiro corte, equivalente a R\$ 715,00 por hectare/ano. Estima-se que com uma produção de 300 metros cúbicos de madeira por hectares durante o período de sete anos (primeiro corte), e que cada corte equivale a 450 estéreos (pilha de madeira, em formato de tora), vendidos a R\$ 30,00 cada, a rentabilidade final chega a R\$ 1.214,00 por hectare/ano (FIRJAN, 2009). É fácil imaginar a razão dessa cultura ter se tornado uma opção interessante para os empobrecidos agricultores do degradado vale do Paraíba.

Pelos dados dos quadros anteriores nota-se uma importante redução da classe de solo exposto. Possivelmente áreas que foram consideradas como improdutivas não estavam de fato degradadas, possibilitando a regeneração da vegetação, ou noutros casos, as áreas de solo exposto foram ocupadas com a cultura do eucalipto. Todavia, Balbinot *et al.* (2008) chamam a atenção afirmando que nas plantações de eucalipto existem períodos em que o solo permanece praticamente sem proteção, durante o corte, preparo do solo e período de crescimento inicial das mudas. Nesses períodos também podem ocorrer perdas consideráveis de solo por erosão e de nutrientes, prejudicando a qualidade da água.

Entretanto, os efeitos das plantações de eucaliptos podem ser positivos ou negativos. Caso o cultivo ocorra entre a mudança da pastagem oriundo da agropecuária para o eucalipto, ocorrem impactos positivos, pois as florestas plantadas elevam a fertilidade do solo. Ao contrário, quando a implantação ocorre em uma área que apresenta mata nativa, mesmo que secundária, haverá impactos negativos com o desmatamento (MOLEDO, 2016). É importante salientar que a forma pela qual o eucalipto é tratado na região onde está plantada acaba por gerar sérias consequências, na sua maioria irreversíveis, no solo. Lima (2008) expõem que após o ciclo de 21 anos o local onde foi plantado o eucalipto dificilmente é tratado novamente, impossibilitando manter qualquer cultura, desencadeando o processo de desertificação na área. Ressalta-se também os impactos gerados pela abertura das estradas irregulares em áreas íngremes e os impactos gerados pelos caminhões e máquinas colheitadoras para o escoamento da produção, que acabam compactando o solo, diminuindo a infiltração das águas pluviais e aumentando o escoamento superficial.

A classe urbana vem mantendo o crescimento, quase exclusivamente no município de Resende, que em 2008, segundo estimativas do IBGE, apresentava uma população de 127.763 habitantes, enquanto São José do Barreiro apresentava uma população de 4.461 habitantes, mantendo-se quase estagnada. As montadoras que se instalaram em Resende e nos municípios do entorno acabaram por elevar a taxa de emprego na região, a necessidade de uma mão-de-obra mais especializada para a linha de produção como também para serviços de segurança, alimentação, limpeza e transporte. Ademais, nota-se um crescimento nos serviços como construção civil, principalmente no setor de turismo, com hotéis voltados para executivos do setor automobilístico, uma melhoria nos restaurantes, serviços e no comércio. Ou seja, destacado crescimento de atividades de caráter urbano.

6.1.2.4 Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2018

Figura 38 apresenta a situação do uso e cobertura da terra para o ano de 2018, enquanto nos Quadros 23 e 24 pode-se observar o quantitativo ocupado por cada classe.

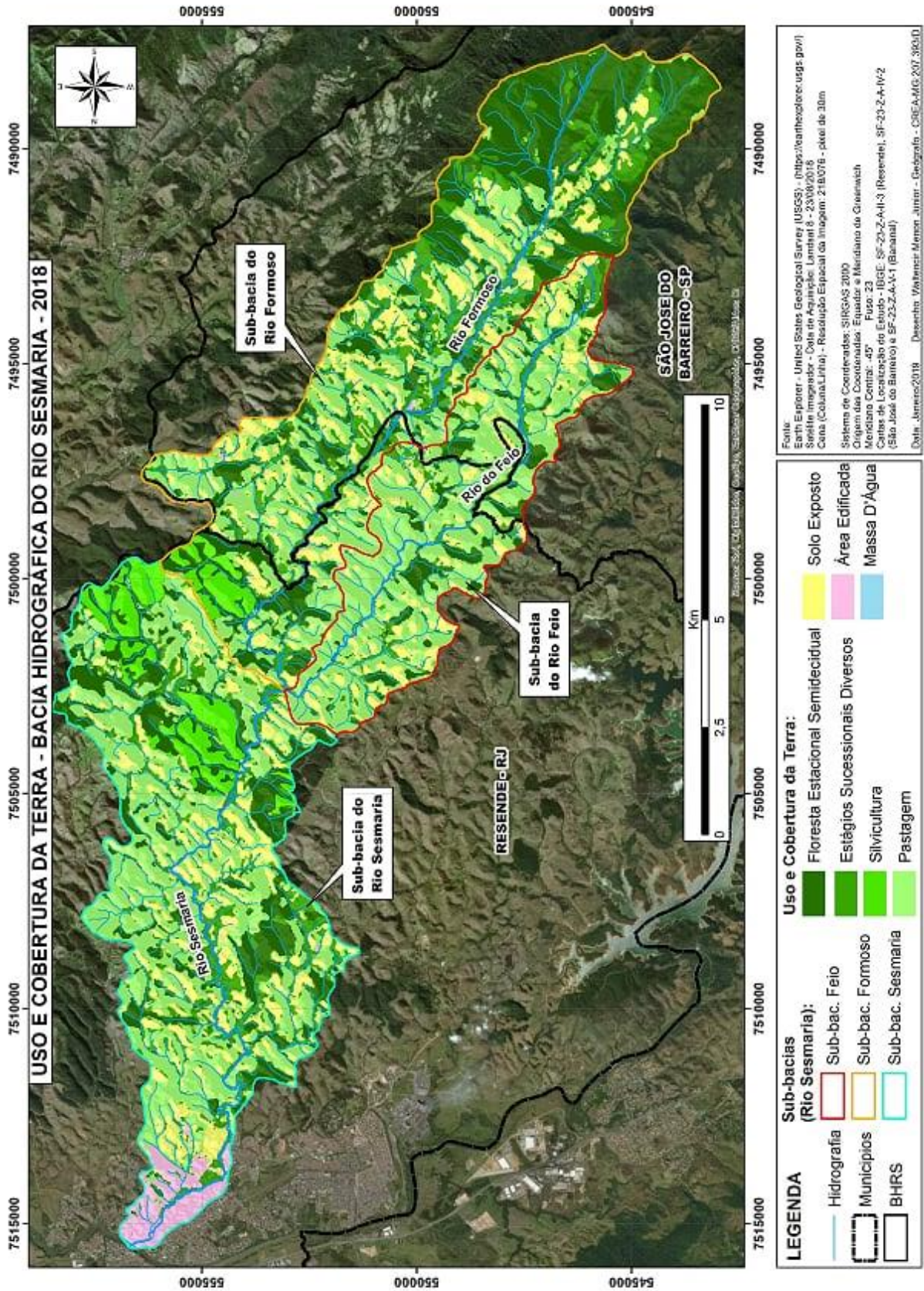


Figura 38: Mapa de uso e cobertura da terra para o ano de 2018.

Quadro 23: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2018

Classes	(Km²)	(%)
Água	0,04	0,02
Estágios Sucessivos Diversos	21,13	14,12
Floresta Estacional Semidecidual	38,36	25,64
Pastagem	57,93	38,72
Silvicultura	6,01	4,01
Solo Exposto	22,91	15,31
Urbano	3,22	2,15
Total	149,6	100,00

Fonte: autora, 2019.

Quadro 24: Quantitativos das classes de uso e cobertura da terra na BHRS, para o ano de 2018.

Para o ano de 2018	Municípios	
Classes	Resende (%)	S. J. do Barreiro (%)
Água	0,04	0
Estágios Sucessivos Diversos	11,42	18,06
Floresta Estacional Semidecidual	18,72	35,63
Pastagem	44,6	30,11
Silvicultura	6,77	0
Solo Exposto	15	15,77
Urbano	3,42	0,4
Total	100,00	100,00

Fonte: autora, 2019.

A partir das informações do mapa e dos quadros anteriores pode-se observar as seguintes tendências no período 2008/2018: continuidade do processo de redução das áreas de florestas; expressivo aumento da silvicultura, que dobrou a área plantada; redução das áreas de solo exposto e de Estágios sucessivos diversos; aumento da área urbanizada e de pastagens.

Apesar de ter uma das suas funções como regeneração da mata nativa, visto que a produção de eucalipto tem condições de atender o consumo de madeira reduzindo a utilização de madeiras nativas, mapeamentos realizados para esta pesquisa mostram que a classe Floresta Estacional Semidecidual vem sofrendo um declínio constante e progressivo ao longo dos anos. Na área da BHRS, a Mata Atlântica tem diminuído e cedido lugar à produção do eucalipto, que tem aumentado consideravelmente a área plantada, dominando especialmente porções do município de Resende. Ao incremento da silvicultura também corresponde uma diminuição da classe Estágios Sucessivos Diversos, áreas de regeneração da vegetação.

Apesar do forte crescimento da eucaliptocultura na BHRS, as áreas de pastagens apresentaram um substancial aumento, demonstrando que não são elas que estão sendo substituídas pelo plantio do eucalipto, mas sobretudo as áreas de florestas.

Em relação ao ano de 2008, a presença do eucalipto na região dobrou, passando de 2,01% para 4,01% no ano de 2018, presente apenas no município de Resende. Dados apontados pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Rio de Janeiro (EMATER-RIO) mostram que, no ano de 2017 Resende já respondia por 29% da produção total do Rio de Janeiro, sendo que o Estado obteve valores da ordem de R\$ 19,8 milhões. De acordo com o mesmo órgão, em 2017, a área total da silvicultura no Estado do Rio de Janeiro era de 25.948 ha, sendo em Resende 7.350 ha.

Apesar dessa expansão, a atividade ainda é considerada fraca em se tratando da economia da BHRS, devido à falta de conhecimento por parte de antigos produtores que ainda vivem de agricultura de subsistência ou dos próprios pecuaristas que veem a pecuária como uma economia forte. A falta de uma política que visa a segurança dos investidores na eucaliptocultura também é um dos fatores que impedem um avanço da cultura. Porém, o consumo crescente de madeira, a rápida produção e a rentabilidade do eucalipto, indicam que a atividade deve se expandir nos próximos anos no Estado do Rio de Janeiro.

A silvicultura pode estar ligada também à diminuição das áreas de solo exposto na BHRS, observada no período 2008/2018, o que seria um aspecto positivo.

Para a classe urbana cumpre esclarecer que o século XXI reservou para Resende a chegada de um novo setor de atividade industrial, o siderúrgico, quando o Grupo Votorantim Siderurgia inaugurou, em 2009, na região da Grande Alegria, a nova planta industrial da Usina Siderúrgica de Resende – Mini Mill. A partir de 2011, um novo impulso à cadeia metalmeccânica foi produzido através da construção da planta industrial de máquinas pesadas da Hyundai, em Itatiaia, e da aprovação da nova planta automobilística da Nissan em Resende, além dos investimentos anunciados pela MAN Latin America – após aquisição da Volkswagen Caminhões e ônibus - na ordem de um bilhão de reais, previstos para expansão da produção e das instalações industriais também no referido município (CARDOSO, 2013). Para tal foi necessário aumentar a mão-de-obra passando a empregar um total de 3.000 funcionários qualificados na empresa (<https://www.valor.com.br/empresas/5127044/rio-confirma-investimento-de-r-1-bilhao-da-man-em-fabrica-de-resende>). Diante desses fatores, o município se encontra em uma nova dinâmica econômica, com o aumento populacional e do consumo.

No lastro dos novos investimentos econômico-industriais, cabe destacar a chegada de novas cadeias produtivas, organicamente vinculadas à diversificação do mercado consumidor do município, como a da construção e incorporação imobiliária responsável pela geração de novos produtos de mercado, como os condomínios fechados e, mais recentemente, o “bairro fechado” do loteamento AlphaVille (localizado no Parque Ipiranga), voltados para os segmentos sociais de classe média-alta e de alta renda (MAGALHÃES, 2017). A consolidação como polo industrial e o crescimento da cidade de Resende acarretaram novas dinâmicas para o mercado imobiliário local, e aumentaram os preços e a procura de imóveis para sua utilização comercial ou habitacional (MAGALHÃES, 2017).

Para tanto é importante entender que Resende, em comparação às cidades de Itatiaia e Porto Real (que anteriormente pertenciam a este município), tem se expandindo muito mais, inclusive apresentando melhores prestações de serviços em comparação as cidades de Itatiaia e Porto Real. Segundo estimativas do IBGE para o ano de 2000, o município de Itatiaia e Porto Real possuíam, respectivamente 24.739 habitantes e 12.095, enquanto que Resende possuía uma população de 104.549; e para o ano de 2010 Itatiaia e Porto Real possuíam, respectivamente 28.783 e 16.381, enquanto Resende, para o mesmo ano, 119.76 habitantes. Diante disso, é importante explicar que apesar das instalações de empresas em outros municípios, como a Groupe PSA Brasil, Coca-Cola, em Porto Real e Jaguar Land Rover, em Itatiaia, a maioria dos trabalhadores prefere morar em Resende e trabalhar nos outros municípios, como demonstra a estimativa do IBGE para o ano de 2018, onde Resende aparece com 130.334, Itatiaia com 28.783 e Porto Real com 19.381 habitantes.

Torna-se importante observar que a expansão de loteamentos está sendo realizada em áreas urbanas já consolidadas e que o forte crescimento demográfico do município, ocasionado pela presença de empresas automotivas, somado à expansão constante do eucalipto, que força uma boa parte dos agricultores a deixarem suas terras, acaba por impactar a BHRS, pois ocorre a ocupação de áreas próximas ao rio, como na Figura 39, que mostra a localização do empreendimento Terras AlphaVille, próximo ao Rio Sesmaria, no bairro Parque Ipiranga.

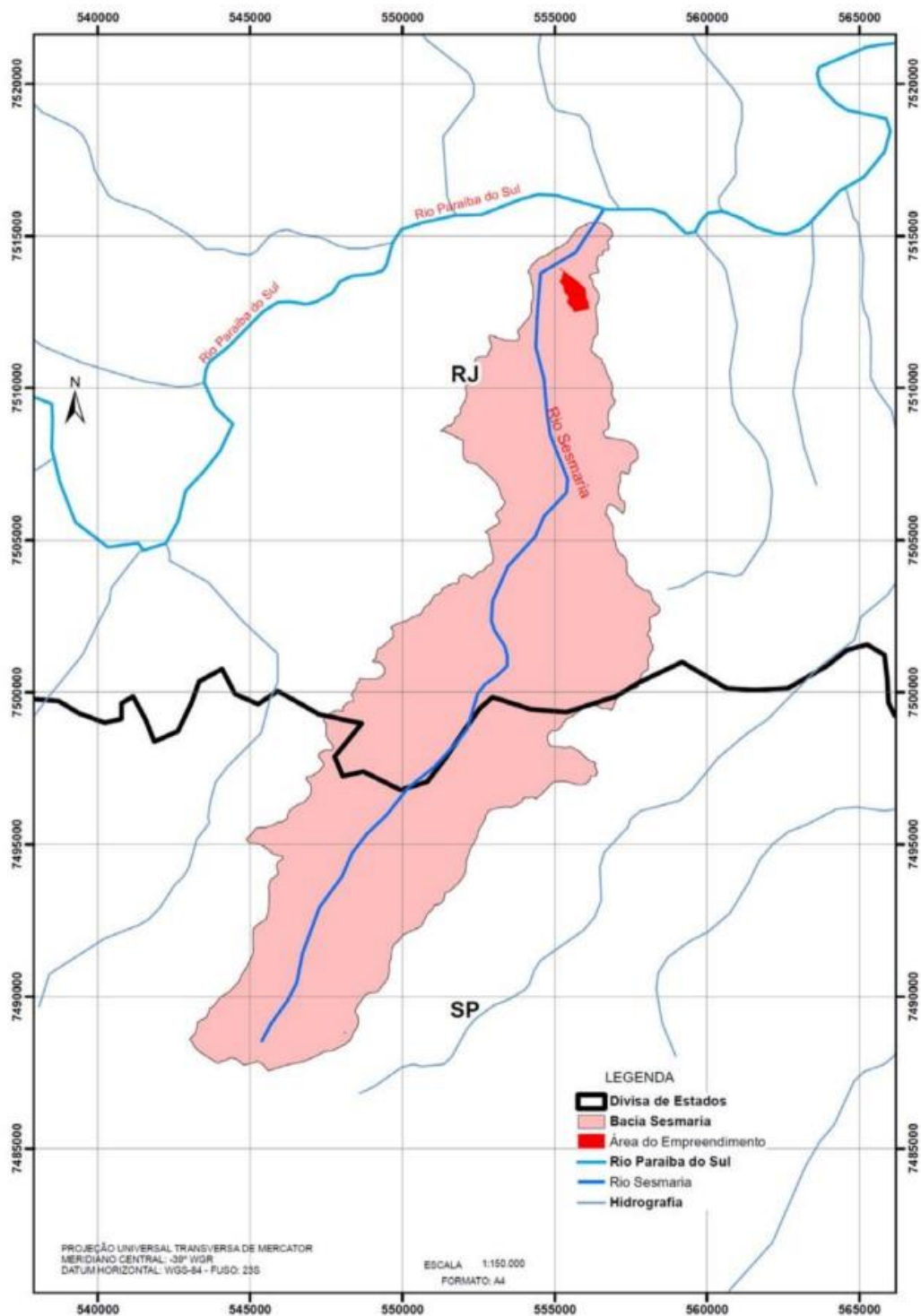


Figura 39: Localização do empreendimento Terra Alpha Ville

O Quadro 25 apresenta uma compilação dos dados levantados na bacia, sendo possível observar a variação dos quantitativos das várias classes de uso e cobertura da terra, entre 1988 e 2018, o que viabiliza a indicação de algumas tendências, como a progressiva redução da área de florestas, o aumento das áreas de pastagens, o crescimento das áreas

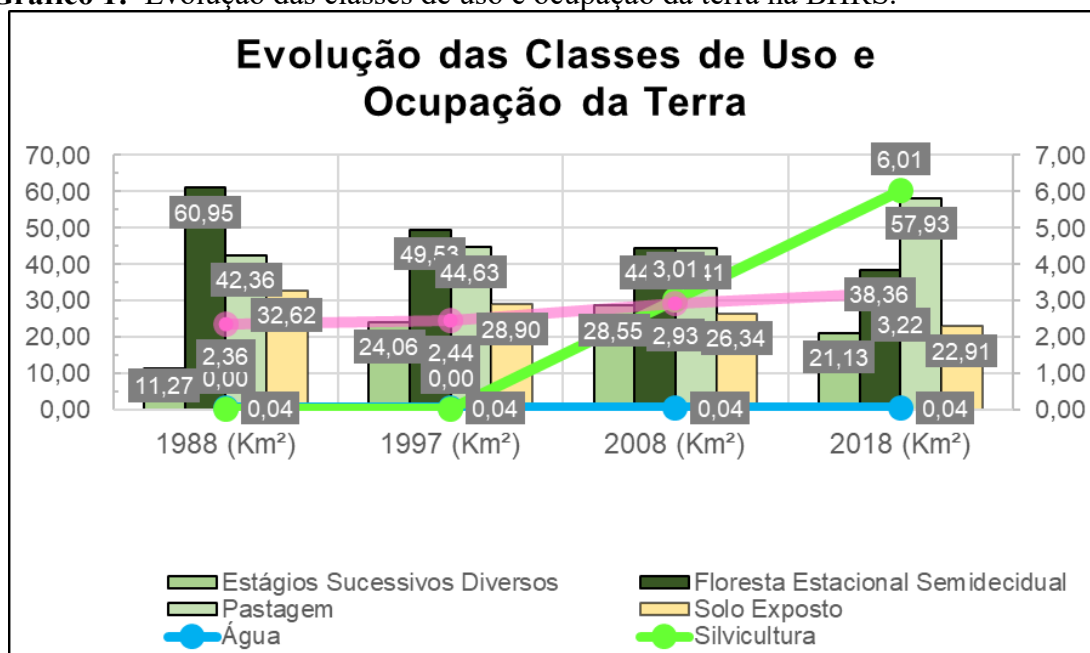
urbanizadas e de silvicultura, a redução das áreas de solo exposto e a inconstância das áreas de regeneração de vegetação (Estágios sucessivos diversos). Tudo isso ajuda a compor um cenário de intensificação das consequências das inundações ocorridas no baixo curso do Rio Sesmaria: redução das áreas de vegetação, com conseqüente redução de infiltração e aumento do escoamento superficial, o que promove o transporte de sedimentos para o leito do rio, promovendo seu assoreamento e a redução de sua capacidade de carga. O aumento quantitativo e qualitativo das áreas urbanizadas na bacia, cuja implantação implica na impermeabilização de superfícies e alterações na relação infiltração x escoamento. Além disso, boa parte do crescimento urbano na bacia se dá ao longo do canal do rio, nas margens e na planície de inundação, o que torna mais impactante os efeitos das inundações.

Quadro 25: Evolução do uso e cobertura da terra na BHRS

Classes	1988	1997	2008	2018
Água	0,04	0,04	0,04	0,04
Estágios Sucessivos Diversos	11,27	24,06	28,55	21,13
Floresta Estacional Semidecidual	60,95	49,53	44,32	38,36
Pastagem	42,36	44,63	44,41	57,93
Silvicultura	0,00	0	3,01	6,01
Solo Exposto	32,62	28,9	26,34	22,91
Urbano	2,36	2,44	2,93	3,22
Total	149,6	149,6	149,6	149,6

Fonte: autora, 2019.

O Gráfico 1 abaixo sintetiza a evolução do uso e cobertura da terra na BHRS ao longo dos anos analisados.

Gráfico 1: Evolução das classes de uso e ocupação da terra na BHRS.

6.1.3 Mapeamento das APP da BHRS

O conceito de Áreas de Preservação Permanente (APP), presente no Código Florestal Brasileiro (Lei 4.771, de 15 de setembro de 1965), emerge do reconhecimento da importância da manutenção da vegetação de determinadas áreas - as quais ocupam porções particulares de uma propriedade, não apenas para os legítimos proprietários dessas áreas, mas, em cadeia, também para os demais proprietários de outras áreas de uma mesma comunidade, de comunidades vizinhas, e, finalmente, para todos os membros da sociedade (EMBRAPA, 2003).

De acordo com o Código Florestal Brasileiro, Áreas de Preservação Permanente (APP) são áreas “cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas”. Barcelos *et al.* (1995) salientam que as APP demandam atenção especial, pois estão voltadas para a preservação da qualidade das águas, vegetação e fauna.

Segundo Mauro (1997) as APP:

(...) devem ser mantidas em suas características originais, reconhecidas como indispensáveis para a manutenção das bacias hidrográficas e, por consequência, da vida humana e seu desenvolvimento, pois desempenham um papel voltado para a qualidade de água, vegetação e fauna, bem como de dissipação de energia erosiva, a legislação reconhece sua importância reguladora

da vazão fluvial, conseqüentemente das cheias, preservadoras das condições sanitárias para o desenvolvimento da vida humana nas cidades.

Entretanto, as áreas onde a lei não permite a ocupação regular são, constantemente, alvos da ocupação pela população que não tem acesso ao mercado imobiliário formal, sendo que a maioria das ocupações ilegais se dá exatamente em áreas de riscos ambientais, suscetíveis às dinâmicas naturais e instabilidade do meio físico e biológico, como inundações, erosão e desbarrancamento das margens (REZENDE & ARAÚJO, 2016)

A Figura 40 a seguir mostra as APP na BHRS e em suas sub-bacias, e os dados quantitativos das classes de APP são apresentadas no Quadro 26.

Quadro 26: Quantitativo das classes de APP encontradas na BHRS

Classes de APP	Área (Km ²)	% APP na BHRS	% de classe de APP na área total de APP
Área acima de 1800m	0,21	0,14	0,68
Área de entorno de Nascentes	2,71	1,81	8,81
Topo de Morro	5,64	3,77	18,35
Margem de Rios e Córregos	22,16	14,82	72,11
Total	30,73	20,54	100,00

Fonte: autora, 2019.

De acordo com o mapeamento constatou-se que 30,73 km² (20,54%) da área total da BHRS é considerada Área de Preservação de Permanente

Das classes de APP identificadas, a mais representativa é a Área de Margem de Rios e Córregos com 22,16 km², o que corresponde a 72,11% do total das áreas de APP presentes na bacia. Deve-se observar, contudo, que ao passar pela área urbanizada de Resende, o Rio Sesmaria reflete outra realidade, tendo suas margens (áreas que deveriam estar protegidas) ocupadas, como pode ser visto na Figura 41.



Figura 41: Ocupação nas margens do Rio Sesmaria no centro de Resende.

Fonte: arquivo pessoal. Fevereiro, 2019.

A classe Topo de Morro aparece com 5,64 km² (18,35% do total das APP na bacia). Isso resulta do relevo serrano que caracteriza parte da BHRS. Pode-se concluir que a topografia, como já observado por Campos (1993), torna-se um fator limitante à ocupação de boa parte das terras da bacia, especialmente porque o desmatamento de áreas de elevadas declividades torna os solos sujeitos à ação das chuvas, o que leva à ocorrência das erosões.

As classes de menores representatividades são as Áreas no entorno das nascentes, com 2,71 km², ou 8,81% do total das APP e as áreas acima de 1800m, com 0,14 km² (0,68% do total das APP da bacia), estando essas áreas localizadas sobretudo no alto da Serra da Bocaina.

6.1.3.1 Mapeamento das áreas de conflitos nas áreas de APP da BHRS

A Figura 42 e o Quadro 27 apresentam as classes de usos conflitantes encontradas na BHRS. No presente trabalho são consideradas áreas de usos conflitantes aquelas desprovidas de vegetação natural, que sofreram intervenções da sociedade, mesmo estando inseridas em áreas de APP, como são exemplos algumas áreas de pastagem.

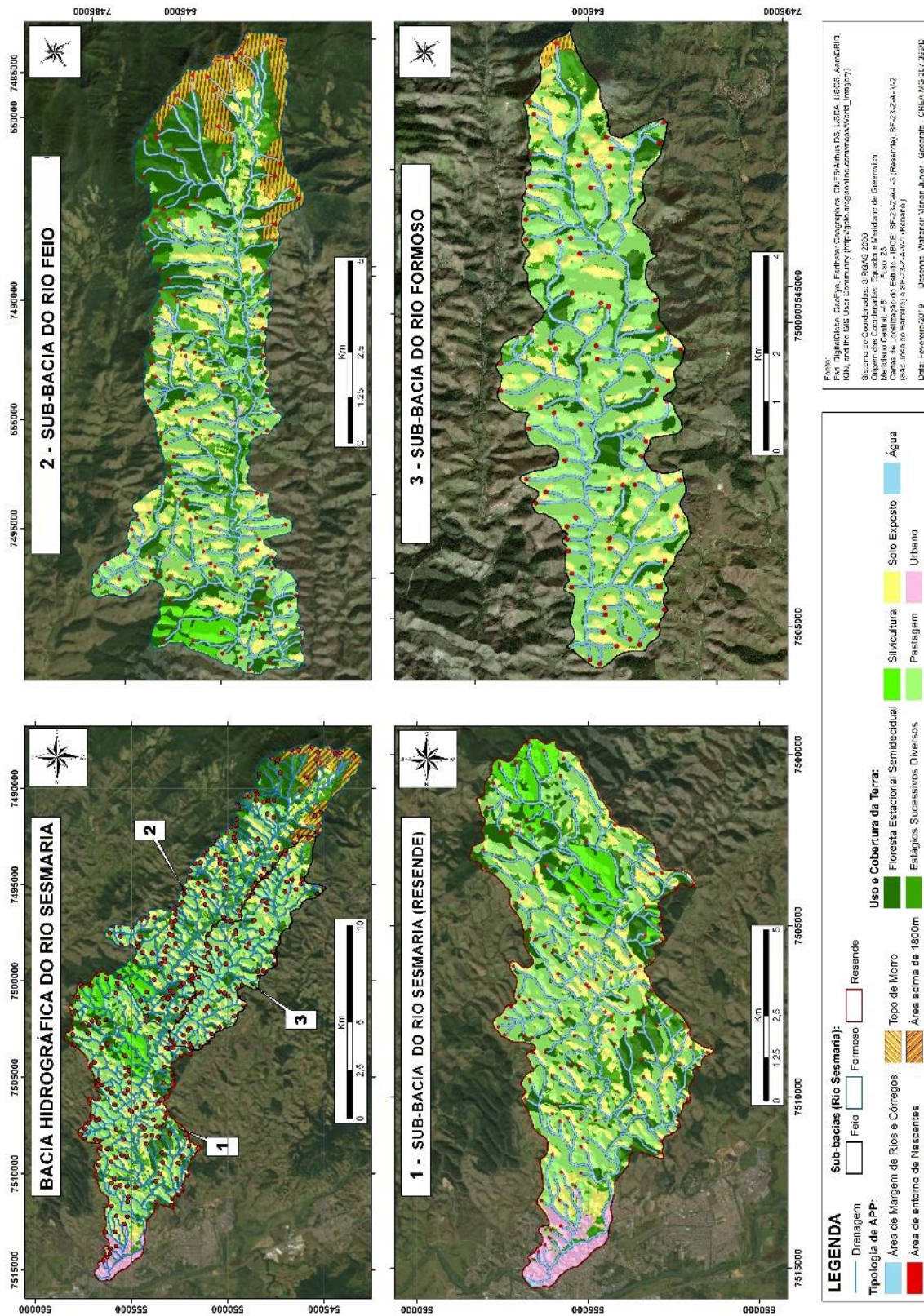


Figura 42: Classes de Uso e cobertura da terra encontradas em APP na BHRS

Quadro 27: Quantificação das classes de uso e cobertura da terra encontradas em APP na BHRS

Classes de uso e cobertura	Área (km ²)	Área (%)
Água	0,04	0,12%
Silvicultura	0,19	0,61%
Urbano	0,46	1,50%
Solo Exposto	1,45	4,73%
Estágios Sucessionais Diversos	5,47	17,85%
Pastagem	9,11	29,72%
Floresta Estacional Semidecidual	13,94	45,48%
Total	30,66	100,00%

Fonte: autora, 2019.

Estágios Sucessivos Diversos, com 5,47 km² (17,85%) e Pastagem, com 9,11 km² (29,72%) totalizam 54,41% da BHRS ocupada por atividades indevidas. As duas classes mais representativas, Pastagem e Estágios Sucessionais Diversos, representam 47,57% das áreas com conflitos (entre usos e APP) na bacia. Essa situação decorre do histórico processo de ocupação da BHRS que remonta às atividades cafeeiras e à agropecuária, atividades que mais transformaram a paisagem natural.

Simultaneamente ao crescimento das pastagens em áreas de APP, a Silvicultura (0,61%) vem apresentando um forte crescimento na bacia, ao longo dos últimos anos. Pela Figura 42 é possível observar a presença indevida da silvicultura nas APP de nascentes, principalmente no município de Resende.

As classes consideradas naturais, aquelas que não possuem alteração antrópica, são representadas pela Água, com 0,04 km² (0,12%) e Floresta Estacional Semidecidual, com 13,94 km² (45,48%), e juntas representam 45,6% das APP.

A maior parte da bacia encontra-se com desenvolvimento de usos antrópicos, ou seja, 54,41% dos usos estão inseridos em APP, que tem a função ambiental de preservar a vegetação original, de modo a atenuar os efeitos erosivos e a lixiviação dos solos, contribuindo também para regularização do fluxo hídrico, redução do assoreamento dos cursos d'água e reservatórios, trazendo benefícios diretos para a fauna (COSTA *et al.*, 1996).

Mesmo com baixa representatividade, a classe Urbano tende a crescer futuramente, haja visto o crescimento que vem se verificando em Resende. Para suprir esse crescimento, novos espaços vêm sendo modificados pelo homem, resultando na retirada da

cobertura vegetal, na impermeabilização das superfícies e em ocupações desordenadas, com progressiva substituição das chamadas matas ciliares.

Apesar desses usos estarem presentes em áreas de APP na BHRS, a Agência do Meio Ambiente do Município de Resende (AMAR) informou durante uma entrevista cedida ao Jornal Beira Rio (de 11 de outubro de 2018) que está sendo colocada em prática a primeira etapa do “Plano de Regularização Fundiária das ocupações das Áreas de Preservação Permanente (APP)”, que estão às margens dos rios Paraíba do Sul, Sesmaria e Alambari, que cortam a área urbana do município. De acordo com o órgão, o projeto tem como objetivo adequar o município ao atual Código Florestal Brasileiro (Lei 12.651/2012), o qual prevê, em seus artigos 64 e 65, a regularização ambiental de assentamentos (casas, prédios, escritórios, hospitais, entre outros) edificadas em Áreas de Preservação Permanente, desde que os mesmos estejam inseridos em área urbana consolidada e não identificada como de risco.

6.1.4 Morfometria

No Quadro 28 são apresentados os resultados do estudo morfométrico da BHRS e de suas unidades: Sub-bacia do Rio Feio (SBF), sub-bacia do Rio Formoso (SUBFOR), sub-bacia de Resende (referente ao baixo curso) (SBRSD).

Quadro 28: Morfometria da BHRS e suas sub-bacias

PARÂMETROS MORFOMÉTRICOS	BHRS	SBF	SUBFOR	SBRSD
Área Total (km²)	149,59	30,61	60,40	58,58
Perímetro (km)	88,45	36,16	50,71	47,47
Ordem dos Canais	-	-	-	-
1ª Ordem: 281 totais	-	-	-	-
2ª Ordem: 75 totais	-	-	-	-
3ª Ordem: 18 totais	-	-	-	-
4ª Ordem: 3 canais	-	-	-	-
5ª Ordem: 1 canal	-	-	-	-
Total: 378 canais.	-	-	-	-
Comp. Totais dos canais (km)	371,42	78,24	163,2	129,36
Comp. do Rio Principal (km)	44,10	14,66	21,29	-
Densidade de Drenagem (km/km²)	2,48	2,55	2,71	2,21
Fator Forma	0,15	0,19	0,19	0,23
Forma da bacia	Alongada	Alongada	Alongada	Alongada
Índice de Circularidade	0,24	0,29	0,29	0,3
Coefficiente de Compacidade	2,02	1,83	1,84	1,7
Índice de Sinuosidade (canal princ.)	1,43	-	-	-
Ordem da bacia	5ª ordem	4ª ordem	4ª ordem	5ª ordem
Padrão de Drenagem	Dendrítico e Paralela	Dendrítica e Paralela	Dendrítico e Paralela	Dendrítico
Altitude Mínima	420	510	480	420
Altitude Máxima	1920	1230	1920	810
Amplitude Altimétrica (m) (máximo – mínima)	1500	720	1440	390

Fonte: autora, 2018.

De acordo com o modelo de hierarquia fluvial proposto por Strahler a Bacia Hidrográfica do Rio Sesmaria (BHRS) é de 5ª ordem, a sub-bacia do Rio Feio (SBF) é de 4ª ordem, a sub-bacia do Rio Formoso (SUBFOR) de 4ª ordem – formadores do Rio Sesmaria - e a sub-bacia de Resende (baixo curso) é de 5ª ordem (considerando-se, obviamente, tratar-se do trecho final do próprio Rio Sesmaria, ou seja, onde o rio apresenta sua máxima hierarquia).

Nota-se que o padrão de drenagem da BHRS, assim como das sub-bacias Feio e Formoso, é misto, consorciando os padrões dendrítico e paralelo, indicando lugares com forte declividade e vertentes acentuadas, respectivamente. No baixo curso predomina o padrão paralelo. Vale lembrar que os padrões de drenagem são influenciados pelas

variações litológicas (resistência das rochas), declividade do terreno, uso e ocupação da terra etc. (MELLO-FILHO e ROCHA, 1992).

O Índice de Circularidade (IC) encontrado para as unidades BHRS (0,24), SBF (0,29), SUBFOR (0,29) e SBRSD (0,3) apresenta baixos valores, o que indica tratar-se de bacias mais alongadas, favorecendo o escoamento das águas e não a ocorrência de inundações. Isso indica que as precipitações sobre a bacia hidrográfica se distribuem em diferentes pontos, não tendendo à simultaneidade no exutório, e assim contribuindo para não concentrar o escoamento superficial. Ou seja, fazendo uma análise isolada desse parâmetro chega-se à conclusão de tratar-se de uma bacia pouco vulnerável à ocorrência de inundações, o que não se expressa em verdade, na prática. Daí a necessidade de se elencar e estudar outras causas intervenientes.

O Fator de Forma (Kf) encontrado para as unidades BHRS (0,15), SBF (0,19), SUBFOR (0,19) e SBRSD (0,23) apresenta valores relativamente baixos, corroborando com os resultados do IC, ou seja, são bacias menos sujeitas à ocorrência de enchentes do que outras do mesmo tamanho, mas com maior fator de forma.

A densidade de drenagem (Dd) encontrada para as unidades BHRS (2,48), SBF (2,55), SUBFOR (2,71) e SRSD (2,21) indica que elas possuem uma drenagem relativamente boa. Bacias com densidade de drenagem mais elevada, isto é, mais ramificações na drenagem natural, tendem, em geral, defasar as contribuições parciais e atenuar os hidrogramas de enchentes, sendo um bom indicador da impermeabilidade do solo (SOARES e SOUZA, 2012). Por outro lado, bacias onde a densidade de drenagem é comparativamente menor, o escoamento ao longo dos cursos de água é mais rápido e acelera a concentração das águas nas seções de fechamento (COSTA e TEUBER, 2001 p. 41).

O resultado encontrado para o Índice de Sinuosidade ($I_s = 1,43$) indica que a o rio principal da bacia é mais retilíneo, correndo pelo seu leito quase que em linha reta. Valores próximos a 1,0 indicam que o canal tende a ser retilíneo e superiores a 2,0 sugerem canais tortuosos, formas transicionais regulares e irregulares. Sabe-se, entretanto, que a sinuosidade dos canais é influenciada pela carga de sedimentos, pela compartimentação litológica, estruturação geológica e pela declividade dos canais como afirmam Lana et al (2001).

Os valores do Coeficiente de Compacidade (kc), BHRS (2,02), SBF (1,83), SUBFOR (1,84) e SRSD (1,7) indicam que tanto a bacia do Rio Sesmaria quanto as sub-

bacias analisadas se distanciam da forma circular, sendo menos propensas à ocorrência de enchentes.

Dentre os parâmetros morfométricos, os mais representativos na análise da possibilidade da ocorrência de inundação em bacias hidrográficas seriam a forma da bacia (Fb), o índice de circularidade (Ic) e o fator de forma (Kf) (ÁVILA *et al.* 2017). Observa-se assim que a morfometria, isoladamente, não é capaz de explicar a ocorrência de inundações na bacia, devendo as causas ser buscadas em outras situações, como as alterações dos usos e ocupação da terra na bacia, e as causas extrínsecas a ela, como o papel desempenhado pela Barragem do Funil.

6.1.5 Intervenções no Canal

As obras urbanas realizadas ao longo e no entorno do canal dos rios, praticadas pelo homem por anos e anos em nome do desenvolvimento, hoje se tornaram um dos fatores agravantes na formação das inundações e na degradação dos corpos hídricos (SEMADS, 2001). Em áreas urbanas, durante muitos anos, os rios foram vistos apenas como escoadouros de cheias, esgotos e lixo, em vez de parte fundamental da vida nas cidades (JACOB, 2013).

Nota-se que nas bacias hidrográficas ainda não ocupadas pelo homem, a natureza cria condições favoráveis para uma convivência harmoniosa entre as águas de chuva, a fauna e a flora, determinando naturalmente o zoneamento, elegendo áreas que deterão maior ou menor umidade e outras sujeitas a inundações temporárias, em função das chuvas. Nesse processo surge uma seleção natural do tipo de vegetação e das espécies da fauna que melhor se adaptarão as áreas sujeitas à inundação. Esse equilíbrio é possível e se mantém até a chegada do homem pela necessidade de ocupar a terra e o desenvolvimento desse local (BARBOSA, 2008).

Como uma das “soluções” para as enchentes, são realizadas intervenções na paisagem originando uma nova morfologia urbana, uma nova paisagem que, em alguns casos, não é pensada de maneira adequada, e em decorrência da falta de planejamento e da rapidez de implantação são realizadas “anomalias” urbanas construtivas. Para que ocorra um aumento adequado da rede de serviços torna-se fundamental a criação de novas estruturas pensadas em conjunto com o ambiente natural (BRASIL, 2013).

As medidas para o controle da inundação podem ser do tipo estrutural e não-estrutural. As medidas estruturais são aquelas que modificam o sistema fluvial evitando os

prejuízos decorrentes das enchentes, enquanto que as medidas não-estruturais são aquelas em que os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes. O controle da inundação é obtido por um conjunto de medidas estruturais e não-estruturais, permitindo à população ribeirinha minimizar suas perdas e manter uma convivência harmônica com o rio. As ações incluem medidas de engenharia e de cunho social, econômico e administrativo. A pesquisa para a combinação ótima dessas ações constitui o planejamento da proteção contra a inundação ou seus efeitos (TUCCI e BERTONI, 2003).

As medidas estruturais são medidas físicas de engenharia desenvolvidas pela sociedade para reduzir o risco de enchentes. Essas medidas podem ser extensivas ou intensivas. As medidas extensivas são aquelas que agem na bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como modificação da cobertura vegetal no solo, que reduz e retarda os picos de enchente e controla a erosão da bacia. Em geral, os diques e os reservatórios são mais apropriados em planícies de inundação que são utilizadas de forma mais intensiva. Nessas áreas, as estruturas à prova de inundação e as medidas de proteção das linhas de comunicação podem reduzir seus efeitos debilitantes para a economia. As medidas intensivas são aquelas que agem no rio e podem ser de três tipos: (a) medidas que aceleram o escoamento; (b) medidas que retardam o escoamento; (c) desvio do escoamento (BARBOSA, 2008). O Quadro 29 apresenta algumas das medidas e suas respectivas funções.

Quadro 29: Medidas estruturais encontradas ao longo dos canais

OBRAS	FUNÇÃO
Reservatório (barragens) e bacias de amortecimento	<ul style="list-style-type: none"> • Amortecer o pico de cheias para um evento chuvoso intenso, garantindo o controle para jusante das áreas vulneráveis; • Armazenamento de água para abastecimento, irrigação e outros fins.
Diques	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade de descarga dos rios e corte de meandros;
Alargamento da calha principal do rio.	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento da capacidade de descarga e consequente diminuição do nível de água;
Canalização e retificação do canal principal/Alargamento	<ul style="list-style-type: none"> • Melhorar a drenagem; • Controlar enchentes.
Muros de gabião	<ul style="list-style-type: none"> • Conter que as águas invadam moradias;

Fonte: Adaptado de Barbosa (2006).

Após as inundações do Rio Sesmaria ocorridas em 2010, no ano seguinte, em 2011, a Prefeitura Municipal de Resende iniciou as obras ao longo do canal a fim de

conseguir evitar novos transbordamentos do rio. Tais obras consistiram na construção de cinco muros de gabiões (Figura 43) nas áreas afetadas pelas inundações de 2010, perto da Universidade Estácio de Sá, entre as regiões do Manejo e Jardim Brasília; no Parque Ipiranga, próximo ao Asilo Nicolino Gulhot; no bairro Ipiranga I, nos fundos da Associação Pestalozzi de Resende; e dois no Loteamento Barbosa Lima, na retificação do canal e também na limpeza do próprio.

Com a retificação do manancial nas proximidades do Asilo Nicolino Gulhot (Parque Ipiranga), que ocorrerá por meio da retirada de material do fundo do rio e alinhamento de suas margens, este trecho do Sesmarias vai ganhar um vão de 16 metros de largura e sete metros de profundidade. A realização deste serviço visa melhorar o escoamento da água em direção ao Rio Paraíba do Sul, ajudando a diminuir dessa maneira os riscos de transbordamentos (Disponível em <http://resende.rj.gov.br/noticias/prefeitura-j-retirou-500-caminh-es-de-lixo-do-rio-sesmarias>; acessado em 10 de janeiro de 2019).

De acordo com informações obtidas a partir do site de notícias online da Prefeitura de Resende (<http://resende.rj.gov.br/noticias/defesa-civil-monitora-afluentes-do-rio-para-ba-em-resende>; acessado 10 de janeiro de 2019), foram realizados serviços de aterro e drenagem atrás dos muros construídos no bairro Ipiranga e Jardim Brasília I e ainda o alinhamento do muro junto à cabeceira da ponte localizada próximo à Universidade Estácio de Sá, no bairro Jardim Brasília I.

Segundo a Defesa Civil, a lâmina d'água do Rio Sesmaria mede de 50 centímetros a um metro de altura de profundidade, mas nas inundações de 2010, o nível do rio chegou a três metros de altura. Em comparação a cheia ocorrida no Rio Sesmaria, no ano de 2016, registrou-se um acúmulo de chuvas de 80 mm, acima do previsto pela Defesa Civil – de 50 mm em 24 horas –, atingindo o bairro Jardim Ipiranga. De acordo com a notícia veiculada na imprensa local (<http://www.nossojornalbm.com.br/resende-monitora-corregos-e-rio-sesmarias/>; acessado 10 de janeiro de 2019), o nível do rio subiu mais de quatro metros, ultrapassando o muro de contenção na margem e invadindo ruas, porém, as residências não foram atingidas.

Conforme a Prefeitura, os serviços de desassoreamento (Figura 44) aconteceram no trecho entre o bairro Ipiranga e o Rio Paraíba do Sul, totalizando 1.600 caminhões de lixo e entulho retirados, representando 25 mil litros cúbicos a menos de material depositado no fundo do Rio Sesmaria.



Figura 43: Muros de gabião encontrados ao longo do rio Sesmária, no bairro Parque Ipiranga II
Fonte: Jorge Trindade - ACOM PMR (2016).

Evidencia-se que apesar das obras realizadas até o momento no canal, o Rio Sesmária continua sendo monitorado, de modo manual e apenas nos meses de chuvas intensas, começando em novembro e terminando em abril. Como descreve o coordenador da Defesa Civil, Atanagildo de Oliveira, “uma das medidas da prefeitura para monitorar a nascente do Sesmarias no período de chuvas é o contato via telefone com um colaborador que mora à margem do rio, em Formoso”. O órgão também realiza contatos de hora em hora para verificar a situação.



Figura 44: Limpeza do Rio Sesmária no bairro Jardim Brasília I
Fonte: Jorge Trindade - ACOM PMR (2016).

6.2 Causas Extrínsecas

A seguir são apresentados alguns condicionantes externos à bacia, mas que mantém relação direta e/ou indireta com as inundações do Rio Sesmarias.

6.2.1 Usina Hidrelétrica do Funil (UHE)

O Reservatório da Usina Hidrelétrica de Funil (UHE) é a primeira barragem do Rio Paraíba do Sul localizada em área fluminense, conhecida como Salto do Funil, entre os municípios e Resende e Itatiaia, como mostram as Figuras 45 e 46. O reservatório, administrado pelo grupo Eletrobrás Furnas, teve sua construção concluída em 1969. A área inundada é de 40km², contando 16.800km² de bacia de drenagem (FURNAS, 2018).

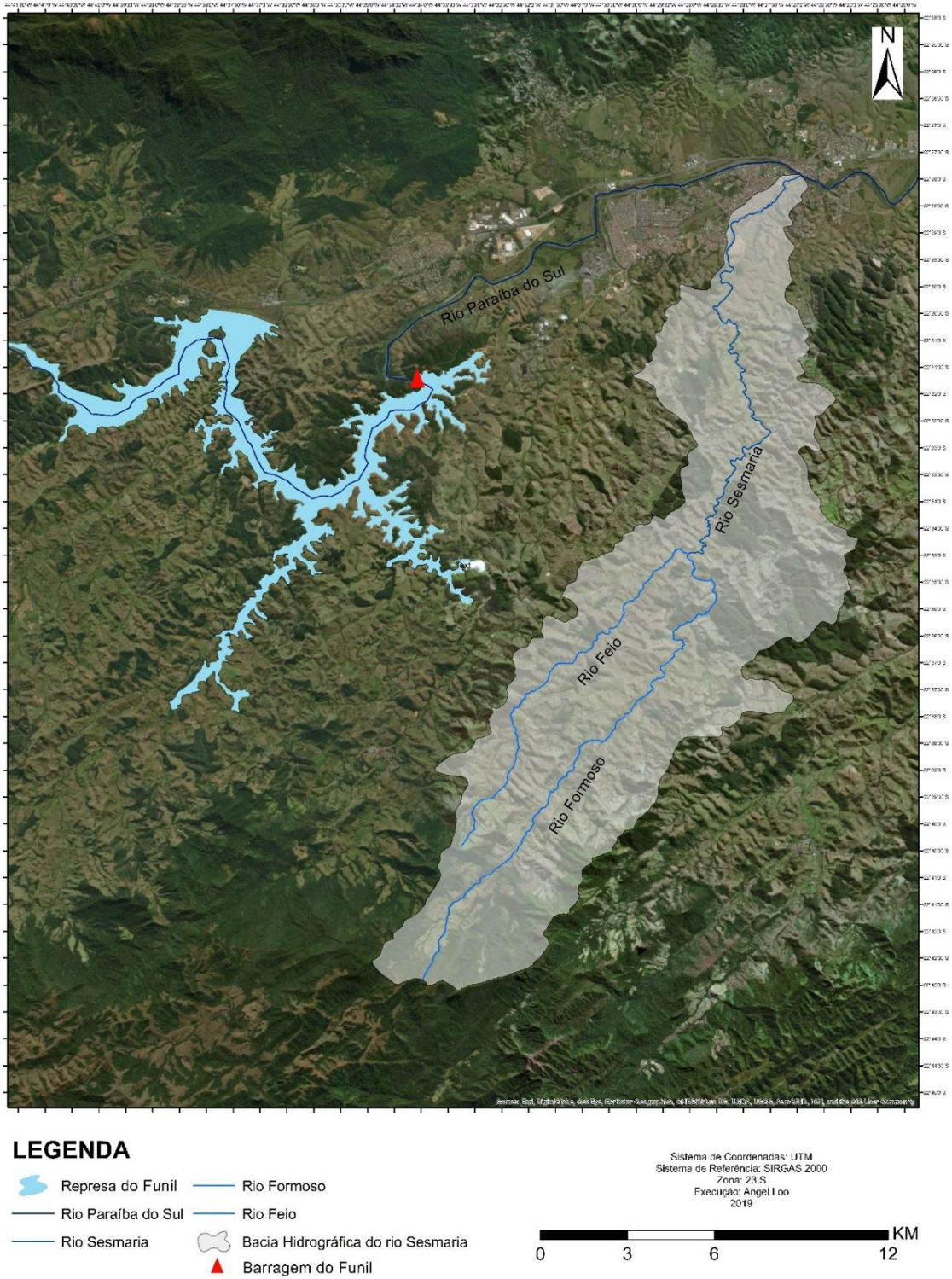


Figura 45: Localização da UHE do Funil em relação a Resende e à BHRS

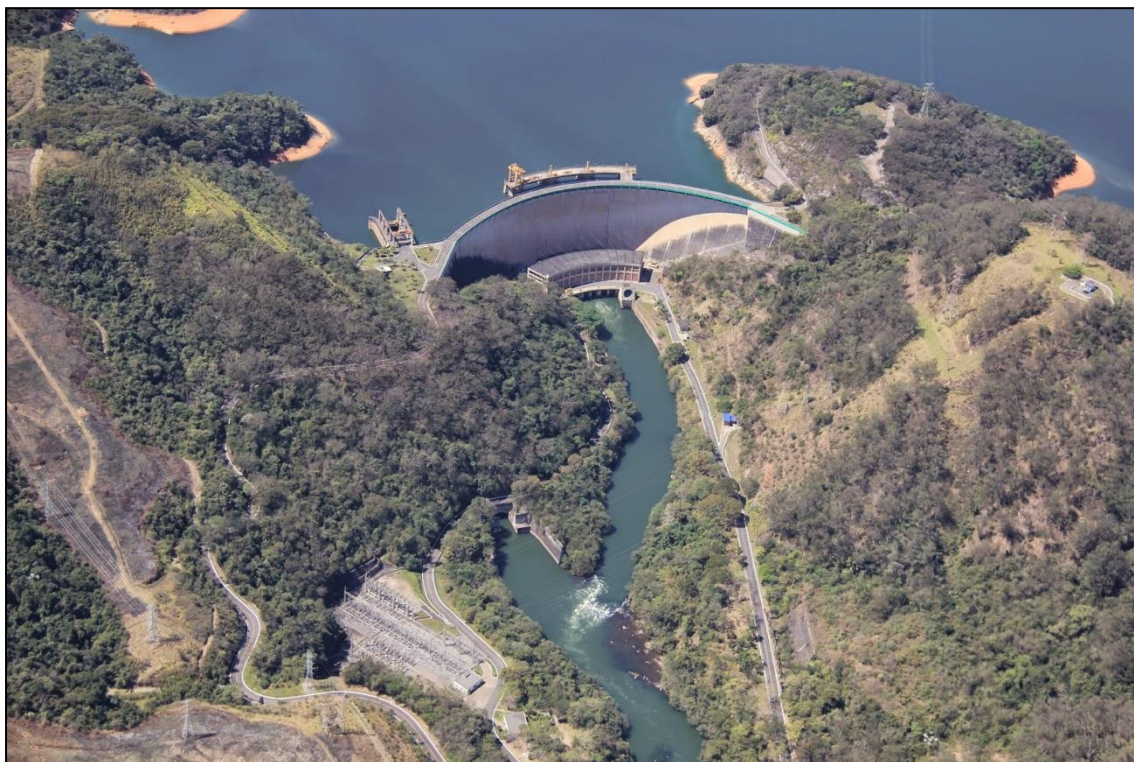


Figura 46: Barragem do Funil.

Fonte: Academia Itatiaense de História, 2014 (<http://acidhisoficial.blogspot.com/2014/11/>).

Sua construção já vinha sendo planejada desde 1930, com o objetivo de permitir a eletrificação de uma estrada de ferro, ligando Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. O projeto foi postergado e, somente em 1961 foi iniciada a sua construção pela CHEVAP (Companhia Hidrelétrica do Vale do Paraíba). Em 1965, a Usina de Funil foi absorvida pela ELETROBRÁS que, dois anos mais tarde, designou FURNAS para concluir a construção da obra e colocá-la em funcionamento. Sua operação teve início em 1969 (Figura 47) e, um ano e meio depois, a usina já fornecia ao sistema elétrico de FURNAS sua capacidade total de 216 MW (ACADEMIA ITATIAIENSE DE HISTÓRIA, 2014).

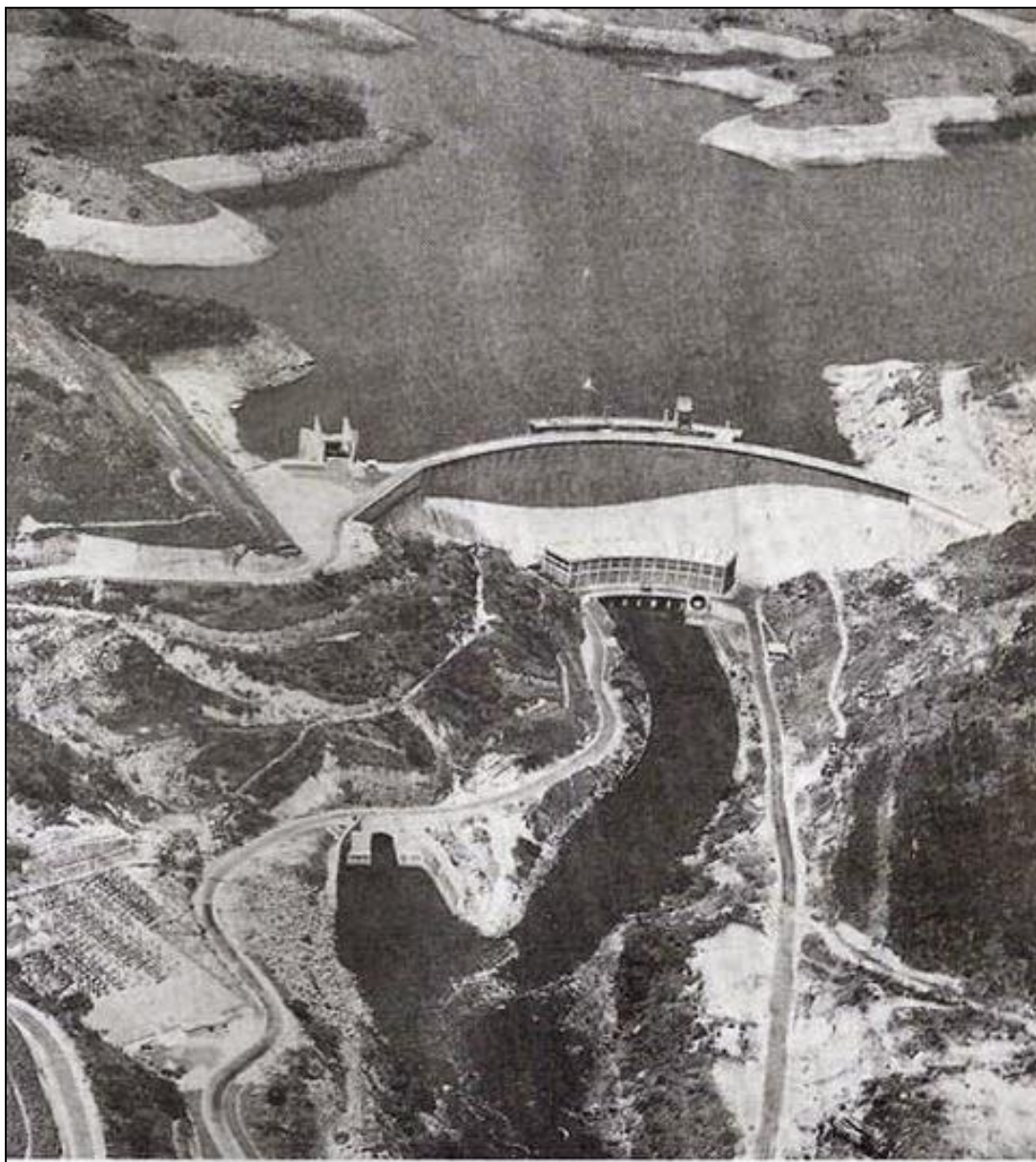


Figura 47: Barragem do Funil em 1969.

Fonte: Academia Itatiaense de História, 2014. (<http://acidhisoficial.blogspot.com/2014/11/>).

Apesar de possuir uma potência instalada inferior às demais usinas da Empresa, a Usina de Funil é considerada de grande importância para o Sistema por estar localizada próxima aos grandes centros consumidores, garantindo confiabilidade do suprimento de energia elétrica aos Estados do Rio de Janeiro, São Paulo e Espírito Santo, além de adequar a tensão nessa região, onde estão instaladas grandes indústrias, como a Companhia Siderúrgica Nacional (CSN), em Volta Redonda. Outro aspecto que evidencia a importância desta usina é sua barragem que, ao possibilitar a regularização do volume de sua vazante, reduz a frequência e a intensidade das cheias que ocorrem nas cidades a jusante (ACADEMIA ITATIAIENSE DE HISTÓRIA, 2014).

O trecho do Rio Paraíba do Sul compreendido entre a UHE de Funil e a Barragem Santa Cecília, localizada na cidade de Barra do Piráí, tem aproximadamente 112,5 km de extensão e é caracterizado por ocupações rurais e algumas áreas urbanas, tais como as cidades de Itatiaia, Resende, Barra Mansa e Volta Redonda. A declividade longitudinal do Rio Paraíba do Sul nesse trecho varia de 0,000125 m/m a 0,0005 m/m. O trecho desde a UHE de Funil até Floriano caracteriza-se por uma ampla planície de inundação, grandes curvas e declividades bem suaves das margens direita e esquerda da calha principal do rio. O trecho seguinte, até o início da área urbana de Barra Mansa, é caracterizado por um vale bem encaixado e pela afluição – margem direita – do rio Bananal. Após os municípios de Barra Mansa e Volta Redonda, cujas áreas urbanas se iniciam nas margens do Rio Paraíba do Sul e afluentes, há um trecho até a barragem Santa Cecília de margens pouco ocupadas e declividade do curso principal em torno de 0,0005 m/m.

Conforme a divisão dos trechos característicos definidos anteriormente, o trecho inferior do Rio Paraíba do Sul inicia-se no município de Cachoeira Paulista, ainda no Estado de São Paulo. A jusante deste ponto, distando uns 40 km, está a divisa com o Estado do Rio de Janeiro. Já no município de Resende/RJ, o Rio Paraíba do Sul é represado por duas barragens, construídas por Furnas Centrais Elétricas S/A. A primeira, com a finalidade de contenção, é a barragem auxiliar de Nhangapi e, a segunda, a barragem do Funil, nas proximidades da cidade de Itatiaia/RJ, onde foi instalada a Usina Hidrelétrica do Funil. Com a construção das barragens foi formado um lago de grande capacidade de armazenamento. Este fato provocou o levantamento do nível de base dos rios e córregos tributários do Rio Paraíba do Sul nesse setor, entre 40m e 70 m. O reservatório do Funil é um corpo d'água artificial construído na década de 60 com a finalidade de geração de energia elétrica. O Rio Paraíba do Sul é, evidentemente, o principal tributário do reservatório do Funil, que também recebe a contribuição de inúmeros ribeirões, córregos e outros cursos menores, destacando-se os ribeirões Vermelho, Santana e Barreiro.

A Operadora Nacional do Sistema (ONS) apresenta dados sobre as Restrições de Jusante para a UHE do Funil, onde segundo o órgão, vazões superiores a 650, 700, 800, 850, 880 e 940 m³/s acarretam problemas nas cidades ribeirinhas como Resende, Barra Mansa e Volta Redonda, e são as principais cidades com restrições para a operação da UHE durante as épocas de cheias do Rio Paraíba do Sul. A cidade de Resende, situada a aproximadamente 17 km a jusante da usina, trabalha com vazões máximas de 850 m³/s; tem um pequeno trecho

de rua, sob um viaduto, inundado para vazões locais da ordem de $650 \text{ m}^3/\text{s}$. Este trecho foi construído de forma inadequada, através de um rebaixamento das margens do rio, devendo-se observar, ainda, que vazões desta magnitude não atingem nenhuma residência ou construção urbana. O próprio impedimento deste trecho de rua não causa maiores transtornos para o trânsito da cidade. Vazões da ordem de $850 \text{ m}^3/\text{s}$ começam a inundar importantes ruas do centro da cidade, sendo adotadas como restrição efetiva para a operação da usina (OSN, DPP-REL - 0046/2016).

Essas informações corroboram com os resultados encontrados por Oliveira (2000) em sua tese, onde segundo o próprio “a grande cheia” de janeiro de 2000 foi originada por chuvas muito intensas nas bacias de diversos rios de médio e pequeno porte que afluem ao Paraíba do Sul no trecho considerado. Os níveis de água atingidos na cheia de 2000 têm sido considerados os mais elevados dos últimos 30 anos, ou seja, após a construção da UHE de Funil.

No período inicial da cheia, dias 01 e 02/01/2000, a UHE de Funil contribuiu para o trecho fluminense com uma vazão média turbinada, em torno de $200 \text{ m}^3/\text{s}$. No período de pico da cheia no estirão fluminense, dias 03 e 04/01/2000, a usina parou de gerar por um período superior a 20 horas, liberando para jusante apenas $16 \text{ m}^3/\text{s}$, vazão necessária para assegurar a energia de manutenção da usina. Operações de vertimento só foram iniciadas em 05/01/2000, quando praticamente já não chovia na parte fluminense, e o nível do rio já havia abaixado consideravelmente. Nesse momento, quando ainda chovia intensamente na parte paulista, a afluência ao reservatório estava em torno de $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, e o volume armazenado atingia 98% de sua capacidade total. Com a liberação de água do reservatório, uma nova onda de cheia com pico em torno de $1000 \text{ m}^3/\text{s}$, atingiu o estirão de jusante, voltando a inundar as cidades de Resende, Barra Mansa e Volta Redonda. Essas cidades têm hoje, como vazão de restrição, um valor próximo a $800 \text{ m}^3/\text{s}$, a partir do qual, os processos de inundações começam a se tornar relevantes (OLIVEIRA, 2005).

Durante a cheia de 2000, as cidades de Itatiaia e de Resende não apresentaram problemas relevantes no que tange a inundações em áreas urbanas, o que pode ser explicado pela maior proximidade desses centros em relação a UHE Funil, que tem enorme capacidade de absorção das cheias provenientes do trecho paulista e de reduzir sua efluência nos períodos das cheias.

Desde a sua construção a UHE do Funil vem contribuindo significativamente como um anteparo para as cheias naturais oriundas do Rio Paraíba do Sul, como foi visto

no caso no ano de 2000, porém, informações divulgadas na reportagem do Portal G1 (<http://g1.globo.com/rj/sul-do-rio-costa-verde/noticia/2016/01/vazao-de-agua-na-represa-do-funil-mantem-nivel-do-paraiba-do-sul-alto.html>) indicam que em 2016 a represa trabalhou com 80% de capacidade, considerado o índice máximo dentro da margem de segurança para as operações na usina. De acordo com a reportagem, as comportas foram abertas pela primeira vez desde 2013. A água chegou a 4,30 m e começou a entrar em algumas casas, e a rua que fica sob a ponte que liga o bairro Campos Elíseos ao Centro foi inundada e o trânsito fechado no local, na cidade de Resende.

Diante do exposto, entende-se que a UHE do Funil apesar de ser grande geradora de energia para a região, também influencia indiretamente no nível do Rio Sesmária, cuja foz localiza-se no Rio Paraíba do Sul. Ao liberar a vazão excedente (ou seja, propiciando vazões de jusante superiores a 850 m³/s), provoca o aumento (e transbordamento) do nível do Rio Paraíba do Sul, assim comprometendo o desague do Rio Sesmária. Veja que essa situação se constitui numa causa importante a ser levada em consideração, pois que, mesmo que não ocorra chuva na área da BHRS, pode haver inundação, uma vez que o regime do Paraíba do Sul, onde deságua o Sesmária, é influenciado pela UHE do Funil.

6.2.2. As cheias do Rio Paraíba do Sul

O Rio Paraíba do Sul é utilizado para fins domésticos e industriais, não só como fonte de abastecimento, mas também como receptor de efluentes. No seu curso natural, o Rio Paraíba do Sul, em território paulista, é ladeado pelas Serras do Mar e Mantiqueira. Após sua formação, pela união dos rios Paraitinga e Paraibuna, passa por todo o Vale do Paraíba e adentra o Estado do Rio de Janeiro, onde deságua no Oceano Atlântico, em São João da Barra, depois de ter percorrido 1.180 km (AMORIM & FERREIRA, 2000).

Por possuir sua foz localizada no Rio Paraíba do Sul, no município de Resende, o Rio Sesmária sofre com as cheias periódicas que ocorrem no Rio Paraíba do Sul. Essas cheias acabam por dificultar o desague natural do Rio Sesmária, acarretando em inundações na área de seu baixo curso, atingindo o centro da cidade de Resende.

Como já mencionado, as inundações mais antigas do Rio Sesmária tiveram influência das cheias periódicas do Rio Paraíba do Sul. De acordo com Bopp (1976), as cheias do Rio Paraíba do Sul seguem as seguintes datas listadas a seguir (Quadro 30).

Quadro 30: Datas das ocorrências das inundações do Rio Paraíba do Sul

Ano	Evento
1801	Águas do Paraíba do Sul transbordam inundando ruas da cidade e de Campos Elíseos. Há 20 anos não acontecia esse fenômeno.
1919	Chuvas torrenciais elevam o Paraíba do Sul para 5 metros do nível normal. As chuvas atingem a 116 mm, maior cota registrada nos últimos 20 anos.
1921	Águas do Paraíba do Sul sobem a 3,29 metros acima do nível normal.
1923	Rio Paraíba do Sul sobe 2,13 metros do nível normal, inundando ruas do Campos Elíseos e da Praça Concórdia.
1928	Transbordam as águas do Paraíba do Sul subindo para 2,93 do nível normal. O Sesmária avoluma-se demolindo a ponte “provisória” da estrada Resende-Riachuelo.
1929	O Paraíba sobe a 2,80 metros da cota normal.
1935	Sobe as águas do Paraíba do Sul sob a nova ponte metálica, atingindo a 3,10 metros. O Sesmária represado alcança a ponte Pior Borges, na rua do Rosário.
1938	As águas do Paraíba sobem a 3,36 metros, sobre o nível normal.

Fonte: Bopp (1976) **org:** autora, 2019.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As inundações que ocorrem em Resende, e em especial no baixo curso do Rio Sesmaria, são o resultado de uma complexa interação entre meio ambiente e sociedade. Entender que o rio sempre esteve presente naquele ambiente, bem antes do homem, é o primeiro passo para perceber que nossas ações são fundamentais para manter um equilíbrio entre os dois.

O Rio Sesmaria está inserido em uma área que foi muito importante na época cafeeira, e por isso sofreu com grandes e sucessivos processos de degradação. Desde a queimada do solo para uma nova plantação de café até a agropecuária, para a produção leiteira e de corte, chegando aos dias atuais com a instalação de indústrias automobilísticas que impulsionam o desenvolvimento econômico da região.

Apesar das inundações serem um processo natural de todo rio, a intensa urbanização que Resende vem sofrendo desde os anos 1940, após a construção da Academia Militar das Agulhas Negras e após a construção da Rodovia Presidente Dutra, faz com que ela seja uma das cidades mais importantes da região do vale do Paraíba fluminense. A ocupação crescente e desordenada da área central da cidade, onde está localizada a foz do Rio Sesmaria, acaba por intensificar as consequências dessas inundações, como ocorreu em 2010 quando ocorreram duas inundações seguidas. A primeira no mês de março e a segunda no mês de dezembro, sendo a segunda a mais prejudicial, deixando 500 pessoas desabrigadas.

Ao estudarmos mais detalhadamente o fenômeno das inundações na bacia do Rio Sesmaria, percebemos tratar-se de um trabalho que envolve muitas variáveis, algumas delas de difícil mensuração. A aplicação da morfometria, por exemplo, que constitui importante ferramenta para entender a dinâmica física de uma bacia hidrográfica, se mostrou insuficiente para responder às questões específicas das inundações locais. Somente a avaliação dos parâmetros morfométricos se mostrou incapaz de explicar a ocorrência constante desse fenômeno natural na bacia. A partir daí duas, dentre várias “causas” elencadas, foram estudadas com maior detalhamento: 1) a influência da Represa do Funil, que embora se encontre fora da BHRS se mostra como um fator intensamente correlacionado com a ocorrência e/ou intensificação das inundações do Rio Sesmaria; e 2) o mapeamento da evolução dos usos e coberturas da terra que caracterizam a bacia, de 1988 a 2018.

Esses mapeamentos, que abrangem 30 anos de transformações ocorridas na bacia, são de extrema importância, pois a partir dos dados e informações mensuradas através deles se pode perceber o quanto essa bacia vem passando por expressivas transformações, que mantem estreita relação com a intensificação dos efeitos de suas inundações, basicamente em razão das alterações que promove nas relações entre escoamento e infiltração: diminuição das áreas recobertas pela Mata Atlântica; crescimento urbano contínuo e inadequado no município de Resende; ampliação das áreas de cultivo do eucalipto.

Com esses mapeamentos foi possível diagnosticar várias áreas de conflito que se estabelecem entre usos (notadamente produzidos e demandados pela sociedade) e APP (áreas legalmente estabelecidas como de proteção). As áreas de APP, sobretudo aquelas localizadas às margens dos cursos d'água, como em especial no Rio Sesmaria, vem sendo constantemente desconsideradas, e pelo contrário, têm sido cada vez mais intensamente ocupadas, o que coloca em situação de vulnerabilidade uma parcela cada vez maior da população.

A falta de planejamento e gerenciamento do espaço urbano e de políticas públicas de longo prazo, faz com que Resende experimente uma situação paradoxal, embora comum a maior parte das cidades brasileiras. O desejado desenvolvimento econômico, fruto, em geral, do desenvolvimento industrial, trouxe junto com as melhorias urbanas, outros problemas indesejáveis e de comprometimento da qualidade de vida que, em última instância, se buscou com o progresso econômico. O crescimento desordenado é um bom exemplo. Mesmo que os recursos tecnológicos estejam mais à disposição, que o poder econômico seja capaz de bancar soluções mais inteligentes e que a evolução dos estudos técnicos aponte para decisões mais acertadas a se tomar, o resultante processo de ocupação urbana tem colocado cada vez mais gente morando em áreas de risco, que não deveriam ser ocupadas.

8 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDALAD, M. A. “Reconhecimento da entrada do eucalipto no Vale do Rio Paraíba do Sul”. **Monografia de Graduação**. Departamento de Geografia da UFRJ. Rio de Janeiro - RJ. 2006.

ABDALAD, Mariana de Araújo. **Respostas Hidrológicas Do Rio Sesmaria, Médio Vale Do Rio Paraíba Do Sul: Subsídios Às Transformações Induzidas Pelo Plantios De Eucalipto**. 2011. **Dissertação (Mestrado)** - Curso de Geografia, Ufjr, Rio de Janeiro, 2011. 99p

ACADEMIA ITATIAIENSE DE HISTÓRIA; conhecendo nossa Itatiaia: Usina Hidrelétrica de Funil. Disponível em <
<http://acidhisoficial.blogspot.com/2014/11/conhecendo-nossa-itatiaia-usina.html>>
acessado em agosto de 2018.

ALBANI, R. A; DOS SANTOS, W. F. S; DE SOUZA CARVALHO, Ismar. Inventário e quantificação de Geossítios da Bacia de Resende – Estado do Rio de Janeiro. 2014.

AMARAL, R. do; RIBEIRO, R. R.. Inundações e enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (Org.). **Desastres Naturais: Conhecer para Prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, 2009. 196 p.

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Inundação e Enchentes. In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. **Desastres Naturais: conhecer para prevenir**. 2 ed. São Paulo: Instituto Geológico, 2012. cap. 3. p. 39-52

AMORIM, D. D., FERREIRA, M. E: Um estudo sobre a qualidade dá águas do Rio Paraíba do Sul no Vale do Paraíba do Sul no período de 1978 a 1994. **Resumos do XIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos** (disponível em CD), Belo Horizonte, MG. 2000.

ARAÚJO. G.H. S.; ALMEIDA, J. R. de; GUERRA, A. J. T. O papel da geomorfologia no diagnóstico de áreas degradadas. In: **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

ASSUMPÇÃO, A. MARÇAL, M. Retificação dos Canais Fluviais e Mudanças Geomorfológicas na Planície do Rio Macaé (RJ). **Revista da Geografia (UFPVE)** v. 29. Nº 3. 2012.

AVELAR, A. de S.; COELHO NETTO, A. L. Fluxos d’água subsuperficiais associados a origem das formas côncavas do relevo. In: **Conferência Brasileira Sobre Estabilidade De Encostas, I**. 1992. p. 709-720.

ÁVILA, B. T; ALMEIDA NETO, J. O; FELIPPE, M F. Suscetibilidade Morfométrica a Inundações nas Bacias Hidrográficas Tributárias do Rio do Peixe, Zona da Mata de Minas Gerais. **Formação (Online)** v. 1n. 23. 2017.

- BALBINOT, Rafaelo et al. O papel da floresta no ciclo hidrológico em bacias hidrográficas. **Revista Ambiência**, Garapuava, v. 4, n. 1, p. 131-149, jan./abr. 2008.
- BARCELOS, J. H. et al., Ocupação do Leito Maior do Ribeirão Claro por Habitações. **Sociedade & Natureza**, Uberlândia, 7 (13 e 14): 129 - 145, janeiro/dezembro 19. 1995.
- BARCELLOS, Marcos Cotrim de et al (Org.). **História de Resende: Uma Narrativa**. Resende-RJ, 2017. 325 p.
- BARBOSA, F. d. A dos R. "**Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na Bacia do Rio Mamanguape/PB.**". 2006.
- BARBOSA, C. R. do N. **Inundações Urbanas no Município de Cambuci/RJ: Impactos, Riscos e Intervenções Sociambientais**. CEFET/Campos dos Goytacazes – RJ, 2008.
- BARROS, N S. A Densidade e a Morfologia Urbana como parâmetros para o Planejamento de Bacias Hidrográficas. **Anais...APP Urbana**, 2014.
- BELTRAME, A.V. **Diagnostico do meio ambiente físico de bacias hidrográficas: modelo de aplicação**. Florianópolis: UFSC, p.112, 1994
- BENTES, J. C. da Gama; **Dispersão Urbana no Médio Paraíba Fluminense**. Tese de Doutorado. USP. p. 432. 2014
- BOPP, Itamar. **Resende: Cem Anos de Cidade**. Resende: Gráfica Sangirard. 1976.
- BOTELHO, R. G. M. e SILVA, A. S. da. Bacia Hidrográfica e Qualidade Ambiental. In **Reflexões sobre a geografia física no Brasil**. Vitte, A. C. Guerra, A. J. T. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil. 2004. p. 153.
- BRASIL, C. C. G. **Paisagens e Ambiente Construído: Intervenções Antrópicas No Traçado Do Rio Paraíba em Juiz de Fora – MG**. Dissertação de Mestrado. UFJF – JF. 2013. p 172.
- BRASIL, L. S. C. de. A; QUINTEIRO. M. M. da. C; OLIVEIRA, R. R. de; Legados Ecológicos e Transição da Paisagem do Médio Vale do Rio Paraíba do Sul: Do Café às Pastagens. **Fronteiras: Journal of Social, Technological and Environmental Science**. V. 7. N.3. set-dez. 2018. Disponível em <<http://periodicos.unievangelica.edu.br/fronteiras/>> acessado em 20 de abril de 2019.
- BRIGHETTI, Giorgio. **Obras Fluviais**. Universidade Federal de São Paulo; Departamento de Hidráulica – Poli. São Paulo – SP. s.d
- BRUBACHER, J. P.; OLIVEIRA. G. G de.; GUASSELLI. L. A., Suscetibilidade de enchente a partir da análise das variáveis morfométricas na bacia hidrográfica do rio dos Sinos/RS. **Anais...SBSR**, Curitiba -PR. Maio/2011.
- CAMPOS, R.P. Proposta Metodológica E Análise De Viabilidade Econômica De Programa De Pagamento Por Serviços Ambientais Em Bacias Hidrográficas Para

Controle De Inundações. **Tese (Doutorado)** - Curso de Engenharia Civil, UFRJ, Rio de Janeiro, 2017. 234p.

CARDOSO, I. C. da. Costa; Desenvolvimento Urbano do Município de Resende e a Produção de Desigualdades Socioespaciais: aceleração dos ritmos de transformação dos modos de uso e ocupação do solo urbano. **VI Jornada Internacional de Políticas Públicas. UFMA. 2013.**

CASTRO, A. L.de C. **Manual de Desastres.** Brasília: [s.n.], 2003

CENTRO DE OPERAÇÃO DO SISTEMA DE ALERTA. **Histórico das Obras de Contenção de Cheias e o Sistema de Alerta de Cheia no Vale do Itajaí.** Blumenau: FURB, 2010. Disponível em: .Acesso: em ago. 2018.

CLARKE, J. I. Morphometry from maps. In: DURY, G. H. Essays in geomorphology. New York: **Heinemann Education Books**,1966.

COSTA, H.; TEUBER, W. Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral. Rio de Janeiro: SEMADS. 2001 160p

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise morfométrica de bacias hidrográficas no Planalto de Poços de Caldas.** Tese (Livre Docência) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1970.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia.** São Paulo, Universidade de São Paulo, 1974. 149p

CHRISTOFOLETTI, A. A Análise de Bacias Hidrográficas. In: _____. **Geomorfologia.** São Paulo: Edgard Blucher. 185p. 1980.

Companhia de Pesquisas de Recursos Minerais, CPRM. Disponível em <http://sigep.cprm.gov.br/glossario/verbete/padroes_drenagem.htm> acessado em 20 de Julho. De 2018

CRESCENTE FÉRTIL. Recuperação Ambiental da Sub-bacia do Rio Sesmaria. Diagnóstico Físico e Socioambiental e Implantação de Unidades Demonstrativas. **Projeto Rio Sesmaria. Relatório Final.** Resende, Rio de Janeiro. 2013

CRESCENTE FÉRTIL. (Org.). **Ceivap. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos do Município de Resende. Resende - RIO DE JANEIRO., 2017.** 117 p.

CRISTO, S. S. V. D. Análise de susceptibilidade a riscos naturais relacionados às enchentes e deslizamentos do setor leste da bacia hidrográfica do rio Itacorubi, Florianópolis-SC. 2001.

CUNHA, S. B. da; GUERRA, A. J. T. Degradação Ambiental. In: GUERRA, Antonio José Teixeira.; CUNHA, Sandra Baptista da. **Geomorfologia e Meio Ambiente.** 2. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 337-379.

- CAMPOS, S. Fotointerpretação da ocupação do solo e suas influências sobre a rede de drenagem da bacia do rio Capivara - Botucatu (SP), no período de 1962 a 1977. 1993. **Tese (Doutorado em Agronomia)** – Botucatu: UNESP.
- COELHO NETTO, A.L. 1999. Catastrophic landscape evolution in a humid region (SE Brasil): inheritances from tectonic, climatic and land use induced changes. **Suppl. Geog. Fis. Dinam. Quat.** III, T.3: 21-48.
- COSTA, H.; TEUBER, W. Enchentes no Estado do Rio de Janeiro – Uma Abordagem Geral. Rio de Janeiro: **SEMADS**. 2001 160p
- COSTA, T.C.C.; SOUZA, M.G.; BRITES, R.S. Delimitação e caracterização de áreas de preservação permanente, por meio de um sistema de informações geográficas. In VIII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO. **Anais...** Salvador: Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 1996. p.121-127.
- DANTAS, M.E., Controles naturais e antropogênicos da estocagem diferencial de sedimentos fluviais: Bacia do Rio Bananal (SP/RJ), médio vale do Rio Paraíba do Sul. **Dissertação de Mestrado**. 1995
- DANTAS, M. E; FERNANDES, L. F. R; AVELAR, A. S; COELHO NETTO, A. L. Caracterização geomorfológica da bacia do rio Sesmarias (SP/RJ) – Médio Vale do rio Paraíba do Sul. **Anais... SINAGEO**. Rio de Janeiro – RJ. 2012
- DANTAS, M. E. COELHO-NETTO, A.L; Resultantes geo-hidroecológicas do ciclo cafeeiro (1780-1880) no médio vale do rio Paraíba do Sul: uma análise quali-quantitativa. **Anu Inst Geociências**, 19: 61-78. 1996
- DE PAULA. D. Magalhães; VIDAL, G. PEREZ L. F. dos Santos; **Dique Urbano. Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental** – PHA. 2013
- EIRADO SILVA, L.G. 2006. **A Interação entre os Eventos Tectônicos e a Geomorfologia da Região da Serra da Bocaina, Sudeste do Brasil**. Tese de Doutorado, FGEL/ UERJ. Inédita.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: **REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS**, 10., 1979, Rio de Janeiro. Súmula... Rio de Janeiro, 1979. 83 p. (EMBRAPA-SNLCS. Micelânea, 1).
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ed. Brasília/ Rio de Janeiro: 2006.
- EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Floresta Estacional Semidecidual. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/territorio_mata_sul_pernambucana/arvore/CONT000gt7eon7l02wx7ha087apz2x2zjco4.html> acessado em: 21 de jul. 2018
- FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO – FIRJAN. IFDM 2016. Disponível em <<http://www.firjan.com.br/ifdm/consulta-ao-indice/ifdm->

índice-firjan-de-desenvolvimento-municipal-resultado.htm?UF=RJ&IdCidade=330420&Indicador=1&Ano=2016> acessado 4 de julho de 2018.

FERRÃO-FILHO, A. S.; SOARES, M. C.; ROCHA, M. I. A.; MAGALHÃES, V. F.; AZEVEDO, S. M. F. O. **Florações de cianobactérias tóxicas no reservatório do Funil: dinâmica sazonal e consequências para o zooplâncton. Oecologia Brasiliensis.** v. 13, n. 2, p. 346 – 365. 2009b.

FERREIRA, C. W. S; LIMA, C.de S; CAVALCANTI, L. C. de S; SANTOS, A. H de. O; Caracterização Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Açude Cachoeira II, no município de Serra Takhada – PE, BRASIL. **VI Seminário Latino Americano de Geografia Física; II Seminário Ibero Americano de Geografia Física.** Universidade de Coimbra – PT, Maio. 2010.

FRANCO, A. C.V; DAL-SANTO, M. A. Contribuição da morfometria para o estudo das inundações na sub-bacia do rio Luís Alves/SC. **Mercator (Fortaleza)**, v. 14, n. 3, p. 151-167, 2015.

FRAGOSO JR. Calos Ruberto. **Bacia Hidrográfica e Balanço Hídrico. CTEC – UFAL.** 2017. Disponível em <<https://slideplayer.com.br/slide/353736/>> acessado em outubro de 2018.

FURNAS. Sistema Eletrobrás Furnas. Reservatório de Funil. Disponível em: <www.furnas.com.br>. Acesso em: 01 de jul. 2018.

GALINDO, L, et al. Relações solo-vegetação em áreas sob processo de desertificação no município de Jataúba, PE. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 3, 2008.

GEORGIN, J.; OLIVEIRA, G. A.; ROSA, A. L. D. da. Estudo comparativo de índices morfométricos relacionado com cheias nas bacias hidrográficas do Alto Jacuí e Vacacaí - Vacacaí Mirim (RS). **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 19, n. 2, p. 1357-1364, maio, 2015.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Considerações sobre as Inundações no Brasil. XVI Simpósio Brasileiro De Recursos Hídricos, 2005, João Pessoa. **Anais...** Porto Alegre, ABRH, 2005.

GOERL, R.F.; KOBIYAMA, M. Identificação de Riscos. **Revista Emergência.** UFSC: Santa Catarina. Fev/Marc. 2011

GONÇALVES, L. F. H. GUERRA, A. J. T. e CUNHA, S. B. et al. Movimentos de Massa na Cidade de Petrópolis/RJ. In: **Impactos Ambientais Urbanos no Brasil.** Rio de Janeiro/RJ: Editora Bertrand Brasil. 2013 p. 189 - 248.

GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. **Geomorfologia e meio ambiente.** 10.ed. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro-RJ. 372 p. (2001)

GUERRA, A. T.; GUERRA, A. J. T. **Novo dicionário geológico-geomorfológico.** 3. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2003. 652p.

- GUIMARÃES, L. J. R. **Levantamento das áreas potenciais ao assoreamento da barragem Piraquara I**. Dissertação de Mestrado. UFPR. Curitiba-PR. 2008.
- GRANELL-PÉREZ, C. **Trabalhando geografia com as cartas cartográficas**. Editora Unijuí. 2ª Edição, 128p. 2004
- GRUPO DE RECURSOS HIDRICOS, UFBA. Bacia Hidrográfica. **Apostila de Hidrologia**. Bahia – BA. 2005.
- HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: Hydrographical approach to quantitative morphology. **Geological Society of America Bulletin**, v.56, n.2, p.275-370, 1945.
- IBGE, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resende. Censo Demográfico de 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=33&dados=1>> acessado em: 2 de fevereiro de 2019.
- IBGE, Insituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Resende. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/resende/panorama>> acessado em: 20 de julho. 2018
- KUMAR, A. Morphodynamics of River Estuary and Coastal regions of Southern Karnataka India - **Remote sensing and GIS approaches**. Mangalore University, Department of Marine Geology. 2011. 216 p.
- JACOB, A. C. P. **Requalificação fluvial como instrumento de minimização do risco de inundações**. Dissertação de Mestrado, UFRJ - RJ. 2013
- JÓIA, P. R; ASSUNÇÃO, V. S. da; **Inundações Urbanas e Vulnerabilidade Socioespacial na cidade de Aquidaua**. Geografia Londrina. V.22. n 2. Maio/ago. 2013
- JUNIOR, G. de F; MARSON. Anelise. A; SOLERA. Daniel. A. G; **Os Eucaliptos no Vale do Paraíba Paulista: Aspectos Geográficos e Históricos**. **Revista Geonorte**. Ed. Especial, V.1, N.4, p.221-237. 2012
- LANA, C.L.; ALVES, J.M. de P.; CASTRO, P de T.A. Análise morfométrica da bacia do rio Tanque, MG-Brasil. **Rev. Escola de Minas**, Ouro Preto, n.2, p.121-126, mar.2001
- LEITE, E. F; ROSA, R.; Análise do Uso, Ocupação e Cobertura da Terra na Bacia Hidrográfica do Rio Formiga, Tocantins. **Observatorium: Revista Eletrônica de Geografia**, v.4, n.12, p. 90-106. Dez. 2012
- LIMA, W.P. e ZAKIA, M.J.B. **Monitoramento de bacias hidrográficas em áreas florestadas**. Série Técnica IPEF. Departamento de Ciências florestais da ESALQ. USP. Piracicaba, 1996. v. 10, n. 29.
- LIMA; L. E. C. **A Questão da Monocultura do Eucalipto no Vale do Paraíba**. 2008. Disponível em <<https://www.recantodasletras.com.br/artigos-de-ecologia/1122038>> acessado em 20 de abril de 2019.

MCCONNELL, W; MORAN E. Meeting in the Middle: The Challenge of Meso-Level Integration. **Ispira**, Italy. 2000. 56p.

MACHADO, P. J. de. O. **Bacia Hidrográfica: Unidade de Gestão, Pesquisa e Intervenção**. 2011

MACHADO, P. J. de. O. **Diagnóstico Ambiental e Ordenamento Territorial – instrumentos para a gestão da Bacia de Contribuição da Represa de Chapéu D’Uvas/MG**. Tese de Doutorado. UFF – Niterói/RJ. 2012. p. 244.

MACHADO. P. J. de O; TORRES. F. T. P; **Introdução à Hidrogeografia**. Cengage do Brasil. p 192. 2012

MADEIRA, Cristina. Cheias e inundações do rio Tejo em Abrantes. **Territorium**, n. 12, p. 55-67, 2005.

MAIA, João de Azevedo Carneiro. **Do Descobrimento do Campo Alegre até A Criação da Vila de Resende**. 2. ed. Resende-RJ, 1983. 286 p.

MAGALHÃES, Livia Maria de Souza. A reestruturação urbana em resende-RJ e a autosegregação socioespacial. **Espaço Aberto**, v. 7, n. 2, p. 79-97, 2017.

MAURO, C. A. Laudos Periciais e em Depredações Ambientais. Rio Claro: **Laboratório de Planejamento Municipal – DPR IGCE-UNESP**, 1997.

MELLO, S S. **Na Beira do Rio tem uma Cidade: urbanidade e valorização dos corpos d’água**. 2008. 187 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura, Universidade de Brasília, Brasília. 2008

MELLO-FILHO, J. A.; ROCHA, JSM da. Diagnóstico físico-conservacionista da subbacia hidrográfica do rio Sesmaria. In: Resende-RJ. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA**. 1992. p. 2178-2191

MINATTI-FERREIRA, D.D; BEAUMORD, A.C. **Adequação de um protocolo de avaliação rápida de integridade ambiental para ecossistemas de rios e riachos: aspectos físicos**. Santa Catarina – SC. 2006 p. 18.

MINISTÉRIO DAS CIDADES/INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios. Brasília: **Ministério das Cidades, IPT**, 2007. Disponível em: <http://www.capacidades.gov.br/biblioteca>

MOLEDO, J. C et al. Impactos ambientais relativos à silvicultura de eucalipto: uma análise comparativa do desenvolvimento e aplicação no plano de manejo florestal. **Geociências**, v. 35, n. 4, p. 512-530, 2016.

MOSCA, A.A.O. **Caracterização hidrológica de duas microbacias visando a identificação de indicadores hidrológicos para o monitoramento ambiental para o manejo de floretas plantadas**. Dissertação (Mestrado em Recursos Florestais) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, SP, 2003.

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo.** Atlas. São Paulo: Universidade de São Paulo/Instituto de Geografia, 1973. 129p.

MULTI AMBIENTAL (Org.) EIA – **Estudo de Impacto Ambiental**; Disponível em <http://pweb01.mp.rj.gov.br/Arquivos/RAP/MLT_RT_089_12_EIA_Terras_Alphaville_Resende_2.pdf> acessado em: 20 jul. 2018.

OLIVEIRA, R. A. F. **Propagação de ondas de despacho e controle de inundações na bacia do Paraíba do Sul. Tese de mestrado em engenharia civil.** COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2005. 77 p.

ONS, Operador Nacional do Sistema Elétrico. Inventário das Restrições Operativas Hidráulicas dos Aproveitamentos Hidrelétricos. DPP-REL - 0046/2016. 2016.

PALARETTI, L. F; **Bacia Hidrográfica – Manejo de Bacias Hidrográficas.** FCA/UNESP. Disponível em <<http://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/engenhariarural/luizfabianopalaretti/bacia-hidrografica.pdf>> acessado em: 10 jul. 2018. s.d

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE. Defesa **Civil libera casas inundadas na Alvorada.** Disponível em: <<http://resende.rj.gov.br/noticias/defesa-civil-libera-casas-inundadas-na-alvorada>> acessado em: 18 de jul. 2018

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE. Disponível em <http://resende.rj.gov.br/>. Acessado em: 20 de jul. 2018

PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE, disponível em <<http://resende.rj.gov.br/noticias/casa-da-cultura-abre-exposicao-em-homenagem-a-santanna-dos-tocos>> acessado em: 20 de jul. de 2018. 2015

PREFEITURA MUNICIPAL DE PORTO ALEGRE – DEPARTAMENTO DE ESGOTOS PLUVIAIS. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**, Volume VI. Porto Alegre – RS. 2005.

PORTO, M. F do. A; PORTO, R.L.L. Gestão de bacias hidrográficas. **Estudos Avançados**, v. 22, p. 43-60, 2008.

RAMOS, Renato R.C; MELLO, Cláudio L; SANSON, Marcel de S.R. Revisão Estratigráfica da Bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. São Paulo, UNESP, **Geociências**. 2006.

RICCOMINI, C; SANT'ANNA, L. G; FERRARI, A. L. Evolução geológica do Rift continental do sudeste do Brasil. Geologia do continente Sul-Americano: evolução da obra de Fernando Flávio Marques de Almeida, p. 383-405, 2004.

SAH, R. K. Methodological complexities in river morphometric studies. Tezpur University, **Department of Environmental Science**. 2015. 97p.

SATO, A. M; *et al.* Bacia experimental do Rio Sesmarias (médio vale do rio Paraíba do Sul) influência dos eucaliptos nos processos hidrológicos e erosivos. **Anais...Taubaté, SP.** 2009. P. 415 – 422.

SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL – SEMADS (Brasil) ENCHENTES NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO: Uma Abordagem Geral. Rio de Janeiro: **Projeto Planágua Semads / Gtz de Cooperação Técnica Brasil – Alemanha.** 2001.

SILVEIRA, A. F.; BUENO, L. M. M. Sustentabilidade e Vivências em uma Bacia Hidrográfica Urbana: resultados de intervenções recentes, Campinas/SP, Brasil. **Encuentro de Geógrafos de América Latina, Perú,** p. 1-18, 2013.

STRAHLER, A. N. Hypsometric (area-altitude) – analysis of erosion al topography. **Geological Society of America Bulletin,** v.63, n.10, p.1117-1142, 1952.

RAFAELLI-NETO, S. L. **Análises Morfométricas em Bacias Hidrográficas Integradas a um Sistema de Informações Geográficas.** Dissertação de Mestrado. Curitiba – PR. 1994. 198p

DE MELLO REZENDE, G. B.; DE ARAÚJO, S. M. S. As Cidades e as Águas: ocupações urbanas nas margens de rios. **Revista de Geografia (Recife),** v. 33, n. 2, 2016.
ROCHA, J. S. Prevenção de inundações e reabilitação de edifícios em zonas inundáveis. **Territorium** ed. 2. 1995. 10p.

ROSA, Roberto. Introdução ao sensoriamento remoto. Uberlândia: Ed. UFU, 1990. 135 p

RAMOS, R. R. C; MELLO, C.L; SANSON, M. de S. Romero. Revisão estratigráfica da bacia de Resende, Rift Continental do Sudeste do Brasil, Estado do Rio de Janeiro. **Geociências** (São Paulo), v. 25, n. 1, p. 59-69, 2007.

SANTOS, R. F. dos. Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: **MMA,** 2007.

SATO, A.M., **Respostas geo-hidroecológicas à substituição de pastagens por plantações de eucalipto no médio vale do rio Paraíba do Sul: a interface biota-solo água.** Dissertação de Mestrado – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2008. 160p.

SATO, A.M., **Influência Do Manejo De Plantios De Eucalipto Na Hidrologia E Erosão: Bacia do rio Sesmaria, Médio Vale do Rio Paraíba do Sul.** Tese de Doutorado – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro. 2012. 176p.

SANTOS. G. F e PINHEIRO. A; Transformações Geomorfológicas e Fluviais Decorrentes da Canalização do Rio Itajaí-Açu na Divisa dos Municípios de Blumenau e Gaspar (SC). **Revista Brasileira de Geomorfologia,** Ano 3, Nº 1. 2002.

SILVA, V. C. B.; MACHADO, P. de S. SIG na análise ambiental: susceptibilidade erosiva da bacia hidrográfica do córrego Mutuca, Nova Lima–Minas Gerais. **Revista de Geografia (Recife),** v. 31, 2014.

- SOARES, M. R. G de J., SOUZA, J. L.M de,; Análise Morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Pequeno em São José dos Pinhas (PR). **Revista Geografia (Londrina)**. v. 21, n. 1. P. 19-36, jan/abril. 2012.
- TONELLO, K. C. DIAS, H. C. T.; SOUZA, A. L. DE, RIBEIRO, C. A. A. S.; LEITE F. P. **Morfometria da bacia hidrográfica da Cachoeira das Pombas, Guanhães - MG**. *Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 5, p.849-857, 05 abr. 2006.
- TUCCI, C.E.M.; BERTONI, J.C (Org.). Inundações Urbanas na América do Sul. Porto Alegre: **ABRH**, 2003.
- TUCCI, C.E.M. Controle de Enchentes. In: M., Tucci C. E. (Org.). Hidrologia: Ciência e Aplicação. 2. ed. Porto Alegre: **ABRH**. Cap. 16. p. 621-658. 1997
- TUCCI, Carlos EM. Gestão de águas pluviais urbanas. Programa de Modernização do Setor Saneamento, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, **Ministério das Cidades**. 2005.
- TUCCI, C. E. M.; Genz, F. Controle do impacto da urbanização In: Drenagem urbana. Tucci, C. E. M.; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. **ABRH** 428 p. 1995.
- TUCCI, C.E.M. Gestão das Inundações Urbanas. Porto Alegre. **Ministério das Cidades – Global Water Partnership - Wolrd Bank – Unesco** 2005. 197 p
- TUCCI, C.E.M. Inundações urbanas: impactos da urbanização. Porto Alegre: Ed. **ABRH/RHAMA**, p 87-124, 2007
- TUCCI, E. M. C; **Águas Urbanas. Dossiê Água**. V. 22 n 63. São Paulo. 2008. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142008000200007> acessado em: 20 de maio de 2019.
- TUCCI, C.E.M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF. 2012. 50p.
- VALLENGE CONSULTORIA, PROJETOS E OBRAS. Plano Municipal de Saneamento Básico. 2015. Disponível em: <<http://ceivap.org.br/saneamento/pmsb-fluminenses/pmsb-resende.pdf>> acessado em 16 de out. 2018
- VIANNA, L. G. G.; SATO, A. M.; COELHO NETTO, A. L. Expansão do eucalipto no vale do Rio Paraíba do Sul: subsídios aos estudos hidrológicos de bacias. **Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada**, v. 13, 2009.
- VIANELLO, Rubens Leite; ALVES, Adil Rainier. **Meteorologia Básica e Aplicações**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1991.
- VIEIRA, Viviane Torres; DA CUNHA, Sandra Baptista. Mudanças na morfologia dos canais urbanos: alto curso do rio Paquequer, Teresópolis–RJ (1997/98–2001). **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 9, n. 1, 2008.

Villela, S. M. & Mattos, A., **Hidrologia Aplicada**,. Editora Mc Graw Hill, São Paulo 245p. 1975

WHATELY, Maria Celina. O café em Resende no século XIX. J. Olympio Editora, 1987.

ZANCOPE, M. H. C. Riscos e danos ambientais no contexto da geomorfologia. In: LIMAGUIMARÃES, S. T.; CARPI-JUNIOR, S.; GODOY, M. B. R. B.; TAVARES, A. C. **Gestão de áreas de riscos e desastres ambientais**. 1 ed. Rio Claro: IGCE/UNESP/RIOCLARO, 2012. cap. 13. p. 328-356.

ANEXO A

AVADAN

SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SINDEC


NOTIFICAÇÃO PRELIMINAR DE DESASTRE
- NOPRED -

 15
 2792
 523
 6

1 - Tipificação		Denominação	2 - Data de Ocorrência			
Código	NE.HEX		Dia	Mês	Ano	Horário
12.302		Enxurradas ou Inundações Bruscas	14	12	2010	22:00:00
3 - Localização						
UF: RJ Município: Resende						
4 - Área Afetada						
Zona Urbana - Ipiranga I e II, Jardim Brasília I e II, Barbosa Lima, Comercial, Centro, Jardim Jalisco, Manejo, Alvorada e Vila Julieta. Zona Rural - RJ 161 e Estradas Vicinais - RES-008, RES-009, RES-200, RES-202 e RES-203.						
5 - Causas do Desastre (Descrição do Evento e suas Características)						
Em decorrência do elevado índice de precipitação pluviométrica nas cabeceiras dos rios que cortam os municípios de Arapeí(SP) e São José do Barreiro(SP), no período de 18:00 horas do dia 14/12/2010 à 01:00 hora do dia 15/12/2010, motivando, em função de seus deságues, a elevação do nível normal do rio Sesmarias(Resende-RJ) em mais de 3,50 metros de altura e ocasionando, entre 22:00 horas do dia 14/12/2010 e 05:00 horas da manhã do dia 15/12/2010 alagamentos e consequentemente destruição de drenagens, pavimentações, cabeceiras de pontes, e margens deste rio nos bairros e estradas do município de Resende.						
6 - Estimativa de Danos						
Danos Humanos		Número de Pessoas	Danos Materiais		Número de Edificações Danificadas / Destruidas	
Desalojadas		630	Residenciais	190	5	
Desabrigadas		-	Públicas	1	-	
Deslocadas		-	Comunitárias	2	1	
Desaparecidas		-	Particulares	-	-	
Mortas		-	Serviços Essenciais		Intensidade do Dano	
Enfermas		-	Abastecimento de Água		Danificadas / Destruidas	
Levemente Feridas		-	Abastecimento de Energia		-	X
Gravemente Feridas		-	Sistema de Transporte		X	-
Afetadas		55000	Sistema de Comunicações		X	-
7 - Instituição Informante						Telefone
PREFEITURA MUNICIPAL DE RESENDE						(24) 3360-9260
Nome do Informante	Cargo	Assinatura / Carimbo		Data		
MARCO ANTONIO DE RESENDE PASSOS	DIRETOR DE DEFESA CIVIL	 Marco Antonio de Resende Passos Coordenador de Defesa Civil Resende - RJ Matr.: 17.207		Dia	Mês	Ano
				15	12	2010
8 - Instituições Informadas						
Departamento Geral de Defesa Civil / RJ - DGDEC						
SECRETARIA NACIONAL DE DEFESA CIVIL - SEDEC				Telefones - (061) 3414 - 5805		
Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 7º Andar				(061) 3414 - 5943		
Brasília/DF				(061) 3414 - 5803		
70067-901				Telefax - (061) 3226 - 7588		

SISTEMA NACIONAL DE DEFESA CIVIL-SINDEC



AVALIAÇÃO DE DANOS - AVADAN

16
22792
DEFESA CIVIL
524
0

1 - Tipificação			2 - Data de Ocorrência			
Código	Denominação		Dia	Mês	Ano	Horário
NE-HEX	12.302	Enxurradas ou Inundações Bruscas	14	12	2010	22:00

3 - Localização

UF: RJ Município: Resende

4 - Área Afetada

Tipo de Ocupação	Não existe/ Não afetada	Urban a	Rural	Urbana e Rural
Residencial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Comercial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Industrial	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Agrícola	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Pecuária	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Extratativismo Vegetal	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Reserva Florestal ou APA	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Mineração	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Turismo e outras	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Descrição da Área Afetada

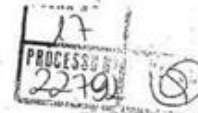
Zona Urbana - Ipiranga I e II, Jardim Brasília I e II, Barbosa Lima, Comercial, Centro, Jardim Jalisco, Manejo, Alvorada e Vila Julieta.

Zona Rural - RJ 161 e Estradas Vicinais - RES-008, RES-009, RES-200, RES-202 e RES-203.

5 - Causas do Desastre (Descrição do Evento e suas Características)

Em decorrência do elevado índice de precipitação pluviométrica nas cabeceiras dos rios que cortam os municípios de Arapeí(SP) e São José do Barreiro(SP), no período de 18:00 horas do dia 14/12/2010 à 01:00 hora do dia 15/12/2010, motivando, em função de seus deságues, a elevação do nível normal do rio Sesmarias(Resende-RJ) em mais de 3,50 metros de altura e ocasionando, entre 22:00 horas do dia 14/12/2010 e 05:00 horas da manhã do dia 15/12/2010 alagamentos e conseqüentemente destruição de drenagens, pavimentações, cabeceiras de pontes, e margens deste rio nos bairros e estradas do município de Resende.

[Handwritten signature]



6 - Danos Humanos	0 a 14 anos	15 a 64 anos	Acima de 65 anos	Gestante	Total
Número de Pessoas					
Desalojadas	65	483	77	05	630
Desabrigadas	-	-	-	-	525
Deslocadas	-	-	-	-	6
Desaparecidas	-	-	-	-	-
Levemente Feridas	-	-	-	-	-
Gravemente Feridas	-	-	-	-	-
Enfermas	-	-	-	-	-
Mortas	-	-	-	-	-
Afetadas	4.200	43.500	7.190	110	55.000

7 - Danos Materiais	Danificadas		Destruídas		Total
	Quantidade	Mil R\$	Quantidade	Mil R\$	
Edificações					Mil R\$
Residenciais Populares	20	22,80	5	20	42,80
Residenciais - Outras	170	125,60	-	-	125,60
Públicas de Saúde	-	-	-	-	-
Públicas de Ensino	-	-	-	-	-
Infra-Estrutura Pública					
Obras de Arte	01	240	02	1250	1490
Estradas (Km)	80	705	40	550	1255
Pavimentação de Vias Urbanas (Mil m ²)	56	87,4	-	-	87,4
Outras	8	230	12	760	980
Comunitárias	2	76	-	-	76
Particulares de Saúde	-	-	-	-	-
Particulares de Ensino	-	-	-	-	-
Rurais	-	-	-	-	-
Industriais	-	-	-	-	-
Comerciais	7	550	-	-	-

8 - Danos Ambientais

Recursos Naturais	Intensidade do Dano					Valor Mil R\$
	Sem Danos	Baixa	Média	Alta	Muito Alta	
Água						
Esgotos Sanitários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	60
Efluentes Industriais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Resíduos Químicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Outros - drenagem	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	1500
Solo						
Erosão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	185
Deslizamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	53
Contaminação	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Outros - Assoreamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	550
Ar						
Gases Tóxicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Partículas em suspensão	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Radioatividade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Flora						
Desmatamento	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Queimada	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Fauna						
Caça Predatória	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-
Outros	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	-

9 - Prejuízos Econômicos

Setores da Economia	Quantidade	Valor
Agricultura	Produção	Mil R\$
Grãos/cereais/leguminosas	-	-
Fruticultura	-	-
Horticultura	6	12
Silvicultura/Extrativismo	-	-
Comercial	-	-
Outras	-	-
Pecuária	Cabeças	Mil R\$
Grande porte	- unid	-
Pequeno porte	- unid	-
Avicultura	- unid	-
Piscicultura	- mil unid	-
Outros	- unid	-
Indústria	Produção	Mil R\$
Extração Mineral	-	-
Transformação	- unid	-
Construção	- unid	-
Outros	- unid	-
Serviços	Prest de Serviço	Mil R\$

27/9 de 0

Conclusão	I	II	III	IV
Nível de Intensidade do Desastre	Pequeno ou Acidente	Médio	Grande	Muito Grande
Porte do Desastre	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

529
0

13 - Instituição Informante		Responsável			
Nome da Instituição DIRETORIA DE DEFESA CIVIL		MARCO ANTONIO DE RESENDE PASSOS			
Cargo DIRETOR	Assinatura <i>[Handwritten Signature]</i>	Telefone (24) 3360-9260	Dia 15	Mês 12	Ano 2010

14 - Instituições Informadas
Departamento Geral de Defesa Civil do Estado do Rio de Janeiro

15 - Informações Complementares	
Moeda utilizada no preenchimento: REAL	Taxa de conversão para o Dólar Americano: 1.6970

SECRETARIA DE DEFESA CIVIL - SEDEC Esplanada dos Ministérios - Bloco "E" - 7º Andar Brasília/DF 70067-901	Telefones - (061) 3414 - 5805 (061) 3414 - 5943 (061) 3414 - 5803 Telefax - (061) 3226 - 7588
--	--



PREFEITURA DE
Resende
Secretaria Municipal de Obras



CRONOGRAMA FÍSICO - FINANCEIRO

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL DO ITEM	1º MÊS		2º MÊS		3º MÊS	
			CONCEDENTE	CONVENIENTE	CONCEDENTE	CONVENIENTE	CONCEDENTE	CONVENIENTE
1	MOBILIZAÇÃO E DESMOBILIZAÇÃO	62.561,41	50%					50%
2	GABIÃO	2.120.469,99	31.280,71		29,18%		31.280,71	29,16%
3	DRAGAGEM	1.410.584,13	41,66%	883.387,80	618.753,14		618.329,05	18,57%
4	PAVIMENTAÇÃO	555.053,09	59,12%	833.993,50	314.574,84		262.015,79	43,37%
5	DRENAGEM	204.976,11	32,98%	183.056,51	131.272,33		240.724,25	2,09%
6	MURO DE CONTENÇÃO	1.081.254,31	31,52%	64.601,80	68.056,84		4.285,49	68,031,98
			6,32%	69,7%	40,27%		31,76%	7,34%
			68.281,49	75.398,20	435.399,69		79.392,68	343.364,72
	TOTAL P/ MÊS (DESEMBOLSO)		2.000.000,00	140.000,00	1.500.000,00	147.449,52	1.500.000,00	147.449,51
	TOTAL		2.140.000,00	2.140.000,00	1.647.449,52	1.647.449,51	1.647.449,51	1.647.449,51

593
 [Signature]
 Substância Galvão et Almeida
 Engenharia Civil
 CREA nº 84-1-00395-6-D

FOLHA Nº 88
 PROCESSO Nº 2239

Descrição dos prejuízos econômicos

Abastecimento d'água – O aumento do nível e a força das águas fluviais destruíram as redes de captação de água para a Estação de tratamento (ETA) no bairro Ipiranga e destruição de tubulação que passa ao lado da ponte na Rua Saturnino Braga causando o desabastecimento parcial do município, sendo:

Energia elétrica – Houve um colapso na rede de energia elétrica acarretando interrupção no fornecimento a aproximadamente 180 residências, danificando equipamentos eletrônicos e eletrodomésticos.

Transporte – Solapamento das margens dos rios afetando pontes e ruas a beira rio e erosão do solo nas estradas rurais acarretaram em interrupções no sistema de transporte, fazendo com que os automóveis particulares, ônibus e transportes escolares e de carga utilizassem acessos alternativos para chegarem aos seus destinos.

Rede de Comunicação – Houve um colapso na rede de comunicação fixa e móvel acarretando a interrupção da comunicação nos bairros atingidos.

11 – Informações sobre o Município

Ano Atual		Ano Anterior	
População (hab):	Orçamento (Mil R\$):	PIB (Mil R\$):	Arrecadação (Mil R\$):
119.801	209.781	4.228(2007)	221.788

12 – Avaliação Conclusiva sobre a Intensidade do Desastre (Ponderação)

Critérios Preponderantes	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito importante
Intensidade dos Danos				
Humanos	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Materiais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Ambientais	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vulto dos Prejuízos	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito importante
Econômicos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Sociais	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Necessidade de Recursos Suplementares	Pouco Vultosos	Médiamente Vultosos ou Significativos	Vultosos porém Disponíveis	Muito Vultosos e Não Disponíveis no SINDEC
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Critérios Agravantes	Pouco Importante	Médio ou Significativo	Importante	Muito importante
Importância dos Desastres Secundários	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Despreparo da Defesa Civil Local	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•	<input type="checkbox"/>
Grav de Vulnerabilidade do Cenário	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•
Grav de Vulnerabilidade da Comunidade	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•
Padrão Evolutivo do Desastre	Gradual e Previsível	Gradual e Imprevisível	Súbito e Previsível	Súbito e Imprevisível
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	•
Tendência para agravamento	Não			Sim
	<input type="checkbox"/>			•

