



Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macro drenagem do Município de Petrópolis/RJ

PRODUTO 02 DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM

2024.06.05-DRE-RT-002_R2

DEZ/2024



ECO Tools Engenharia Ltda.
ecotools@ecotools.com.br

4	31.07.25	Versão final atualizada	Monique Marins	C. Enriquez
3	14.04.25	Versão final atualizada	Monique Marins	C. Enriquez
2	26.02.25	Versão final aprovada	Monique Marins	C. Enriquez
1	18.02.25	Atendimento a comentários	Monique Marins	C. Enriquez
0	23.12.24	Emissão inicial (Minuta)	Monique Marins	C. Enriquez
Rev.	Data	Descrição	Elaborado	Verificado Aprovado



REALIZAÇÃO: COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIABANHA E DAS SUB-BACIAS E SUB-BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PAQUEQUER E PRETO – COMITÊ PIABANHA

DIRETORAS:

Claudia Karina Wilberg de Castro Costa – Instituto de Arquitetos do Brasil/RJ
Rafaela dos S. Facchetti V. Assumpção – Transportes Única Petrópolis

APOIO TÉCNICO: ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL – AGEVAP

Ingrid Delgado Ferreira – Gerente de Contrato de Gestão
Rafael Lira T. Santos – Especialista em Recursos Hídricos

EXECUÇÃO: ECOTOOLS ENGENHARIA LTDA.

Carlos Frederico Enriquez – Coordenador Geral
Monique de Faria Marins – Engenheira Civil
Jaqueline Serafim do Nascimento – Especialista em Geoprocessamento
João Vitor Batista Rosa – Auxiliar técnico em Geoprocessamento

REVISÃO TÉCNICA:

PREFEITURA DE PETRÓPOLIS

Secretaria de Meio Ambiente

Rafael Cyrne - Engenheiro Ambiental (2024)

Secretário Municipal de Proteção e Defesa Civil

Marcella Vidal – Hidróloga (2024)

COMDEP

Karoline Caetano da Silva - Diretora técnica (2025)
Ericson Couto Lobato - Diretor de Obras – Limpeza de Bueiros (2025)

REUNIÕES E VISITAS TÉCNICAS:

PREFEITURA DE PETRÓPOLIS

(Equipe até o final da gestão de 2024)

Secretaria de Obras

Vyrna Jacomo de Abreu Nunes - Secretária
Aldir Cony dos Santos Filho - Subsecretário
Jose Carlos Cabral Pereira - Engenheiro e Diretor do Departamento de Licenciamento



Ericson Couto Lobato - Engenheiro e Diretor do Departamento Operacional

Carlos Henrique Muller - Engenheiro e Diretor do Departamento de Manutenção Viária

Secretário Municipal de Proteção e Defesa Civil

Rodrigo Werner da Silva – Secretário

Marcella Vidal - Hidróloga

Secretaria de Meio Ambiente

Rafael Cyrne - Engenheiro Ambiental

Jefferson Miranda - Engenheiro Sanitarista

Robson Antônio da Silva - Assessor Técnico

COMDEP

Wanderley da Rocha Branco - Diretor técnico

Ronaldo Augusto da Rocha – Presidente da Comissão de Fiscalização

Paulo Mussel - Técnico da COMDEP

Paulo Tâmbara - Supervisor de limpeza de bueiros e canaletas

Maria Bevilacqua Alves - Engenheira Ambiental

João Raimundo - Engenheiro Mecânico

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS.....	6
LISTA DE TABELAS.....	9
LISTA DE ANEXOS.....	10
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES.....	11
1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1. OBJETIVOS.....	13
2. ETAPAS PARA A ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM (PRODUTO 2).....	15
3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	20
4. DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS.....	31
4.1 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM.....	38
4.1.1. Sistemas de Microdrenagem.....	39
4.1.2. Sistemas de Macrodrenagem.....	45
4.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL.....	60
4.2.1 Monitoramento realizado pelo INEA.....	60
4.2.2 Monitoramento realizado pelo CEMADEN-RJ.....	64
4.2.3 Monitoramento realizado pelo CEMADEN.....	65
4.2.4 Monitoramento realizado pelo INMET.....	67
4.2.5 Resumo do Sistema de Monitoramento em Tempo Real de Petrópolis.....	68
4.3 DIAGNÓSTICO DAS ESTRUTURAS INSTITUCIONAIS E OPERACIONAIS.....	69
4.3.1 Estrutura Municipal.....	69
4.3.1.1 Secretaria Municipal de Obras (SMO).....	70
4.3.1.2 Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP).....	75
4.3.1.3 Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMA).....	87
4.3.1.4 Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEMPDEC).....	89
4.3.1.5 Secretaria de Planejamento e Orçamento (SPO).....	95
4.3.2 Estrutura Estadual.....	96
4.3.2.1 Instituto Estadual do Ambiente (INEA).....	100
4.3.2.2 Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP).....	110
5 DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM.....	112
5.1 CADASTRO DOS PONTOS CRÍTICOS.....	114
5.2 PLANEJAMENTO.....	117
5.3 PROGRAMAÇÃO.....	119
5.4 EXECUÇÃO.....	120
5.4.1 Inspeção.....	121
5.4.2 Limpeza e desobstrução (manutenção preventiva).....	122
5.4.3 Reparos (manutenção corretiva).....	124
5.5 CONTROLE DA MANUTENÇÃO.....	125



5.6	FISCALIZAÇÃO	128
6	SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL	131
7	CONCLUSÕES	136
8	BIBLIOGRAFIA.....	138

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Distritos do município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria	20
Figura 2 - Municípios pertencentes à RH-IV. Fonte: Elaboração própria.....	21
Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Piabanha e das Regiões Hidrográficas do RJ Fonte: Elaboração própria	22
Figura 4 - Mapa Político da Bacia do Piabanha. Fonte: DE PAULA, 2011.	23
Figura 5 - Domínios Geomorfológicos na Bacia do Rio Piabanha	25
Figura 6 – Mapa do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: Mapeamento do uso e cobertura do solo do ano de 2018 (INEA, 2020).....	27
Figura 7 - Disposição das Isoietas (médias anuais) na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha	29
Figura 8 - Unidades de Conservação (UC) na Bacia do Rio Piabanha	30
Figura 9 – Sub-bacias Hidrográficas no Município de Petrópolis Fonte: Elaboração própria com base no shapefile “Sub-bacias da RH-IV” (SIGA-Piabanha, 2024)	31
Figura 10 – Mapa de Susceptibilidade a Inundações no Município de Petrópolis Fonte: Elaboração própria, adaptado de SGB (2016).....	33
Figura 11 – Gráfico de Ocorrências Hidrológicas da Defesa Civil em Petrópolis.....	35
Figura 12 - Mapa das Ocorrências Hidrológicas da Defesa Civil e das Isoietas no Município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria	37
Figura 13 – Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Fonte: Elaboração própria	38
Figura 14 – Tipos de Dispositivos de Microdrenagem.....	39
Figura 15 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no bairro do Quitandinha Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	40
Figura 16 - Rede de drenagem pluvial e poço de visita no bairro do Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	40
Figura 17 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo e poço de visita) no bairro do Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	41
Figura 18 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no entorno do Lago Quitandinha Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	41
Figura 19 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no entorno do Lago Quitandinha Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	42
Figura 20 - Folhas secas, resíduos sólidos e bolsões de água no entorno do Lago Quitandinha Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	42
Figura 21 - Dispositivos de microdrenagem em Bingen Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024... ..	43
Figura 22 - Bocas de lobo em Secretário Fonte: Vistoria realizada em 25/06/2024	43
Figura 23 - Microdrenagem (Bocas de lobo, caixa coletora) em Itaipava Fonte: Vistoria realizada em 30/04/2024.....	44
Figura 24 - Vista da Trav. Dr. Nelson da Cruz Loureiro, bairro Valparaíso. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	45
Figura 25 - Drenagem na Vila Luís Macedo, no Bairro Saldanha Marinho Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	47
Figura 26 - Rio Quitandinha (Rua Coronel Veiga) Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	47
Figura 27 - Rio Quitandinha (Rua Coronel Veiga) Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	48
Figura 28 - Rio Quitandinha canalizado a jusante do Lago – Rua Afrânio Melo Franco Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	48
Figura 29 - Rio Quitandinha – vista para montante Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	49
Figura 30 - Rio Quitandinha – vista para jusante Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024	49
Figura 31 - Rio Cremerie, na altura do Parque Cremerie Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024	50
Figura 32 - Afluente do rio Piabanha – Trecho urbanizado (Bingen) Fonte: Vistoria realizada em	

12/12/2024.....	50
Figura 33 - Afluente do rio Piabanha – Trecho urbanizado e natural (Bingen) Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024	51
Figura 34 – Córrego do Secretário Fonte: Vistoria realizada em 25/06/2024	51
Figura 35 – Ponto de gradeamento acessado pela Vila Luís Macedo, no Bairro Castelânea. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	52
Figura 36 – Ponto de gradeamento acessado pela Rua Ângelo João Brand, no Bairro Independência. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	53
Figura 37 – Canalização na Rua Ângelo João Brand, no Bairro Independência, onde é realizada limpeza e manutenção do córrego. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	54
Figura 38 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher) - Vista para montante Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024	55
Figura 39 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher) - Vista para jusante Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024	55
Figura 40 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher) Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	56
Figura 41 - Lago no interior do Parque (curso d'água sem nome na base 1:25.000 INEA) Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	56
Figura 42 - Lago Quitandinha Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024.....	57
Figura 43 - Localização do Túnel Extravasor do Rio Palatinato Fonte: Elaboração própria	58
Figura 44 – Entrada do Túnel Extravasor Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	59
Figura 45 – Canteiro de obras do Túnel Extravasor Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024	59
Figura 46 – Régua em frente à Fábrica de Chocolate Patrone. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	62
Figura 47 – Estação hidrológica do INEA – Cel. Veiga. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024 ...	63
Figura 48 – Estação hidrológica do INEA – Centro. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	63
Figura 49 – Lista de municípios para os quais há estações fluviométricas do CEMADEN	67
Figura 50 – Localização das Estações que Compõem a Rede de Monitoramento Hidrometeorológico em tempo real do Município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria	69
Figura 51 – Organograma Geral do Sistema Municipal de Gestão da Drenagem de Petrópolis	70
Figura 52 – Modelo de Ficha de Distribuição Diária de Equipes para os Serviços de Manutenção Realizados pela Secretaria de Obras (SMO) de Petrópolis.....	72
Figura 53 – Quantitativo de dispositivos atendidos pela COMDEP no mês de janeiro/2025 Fonte: COMDEP (2025).....	78
Figura 54 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024.....	81
Figura 55 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024.....	81
Figura 56 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024.....	82
Figura 57 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024.....	82
Figura 58 – Serviço de Capina dentro do Rio Quitandinha, nas proximidades da Ponte Fones, um Ponto Crítico de Inundações. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.	83
Figura 59 – Limpeza de dispositivos de drenagem urbana pela COMDEP, em janeiro de 2025. Fonte: COMDEP (2025).....	85
Figura 60 – Limpeza de dispositivos de drenagem urbana pela COMDEP, em janeiro de 2025. Fonte: COMDEP (2025).....	85
Figura 61 – Limpeza e desobstrução de rede de drenagem com caminhão Vac-All. Fonte: COMDEP (2025).....	86
Figura 62 – Limpeza e acondicionamento de resíduos e detritos em sacos plásticos. Fonte: COMDEP (2025).....	86



Figura 63 – Cancela utilizada pela Defesa Civil, para bloqueio da rua Cel. Veiga em casos de inundação decorrentes do extravasamento do rio Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	92
Figura 64 – Sinalização e cancela utilizada pela Defesa Civil, para bloqueio da rua Cel. Veiga em casos de inundação decorrentes do extravasamento do rio Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.....	92
Figura 65 – Tela principal do Sistema de Gestão de Ocorrências da Defesa Civil	93
Figura 66 – Localização das “Ilhas de Segurança” ao longo do rio Quitandinha. Fonte: SEMPDEC (2022).....	94
Figura 67 - Localização do trecho do Rio Santo Antônio contemplado nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).....	102
Figura 68 - Localização do trecho do Rio do Carvão nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).....	103
Figura 69 - Localização do trecho do Rio Cuiabá nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).....	103
Figura 70 - Área de Influência Direta (AID) do Projeto Abrangendo as Bacias dos Rios Quitandinha e Palatinato no 1º Distrito de Petrópolis-RJ. Fonte: COHIDRO (2022).....	104
Figura 71 - Área de Influência Indireta (AII) do Projeto Abrangendo o 1º Distrito de Petrópolis-RJ. Fonte: COHIDRO (2022)	105
Figura 72 – Limpeza e Desassoreamento de Rios – INEA – Programa Limpa Rio. Fonte: Correio da Manhã (2024)	107
Figura 73 – Diagrama Funcional do Sistema de Manutenção de Drenagem.....	127
Figura 74 – Pontos de expansão da rede hidrometeorológica da RH IV – Piabanha	135



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Tabela de Classes Geomorfológicas da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: Base geomorfológica disponível em SHINZATO <i>et al.</i> (2017).....	25
Tabela 2 – Tabela do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Piabanha. Fonte: Mapeamento do uso e cobertura do solo do ano de 2018 (INEA, 2020).....	27
Tabela 3 – Estações Pluviométricas e Fluviométricas – INEA	61
Tabela 4 – Estações Pluviométricas e Fluviométricas – CEMADEN-RJ	64
Tabela 5 – Estações Pluviométricas – CEMADEN.....	66
Tabela 6 – Estação Pluviométrica – INMET	68
Tabela 7 – Lista de equipamentos utilizados pela Secretaria de Obras. Fonte: Relatório de Transportes da Secretaria de Obras (ANEXO III)	73
Tabela 8 – Resumo do Cronograma Físico das 4 Etapas do Programa de Limpeza e Desobstrução de Bueiros. Fonte: Elaborado com base em dados fornecidos pela COMDEP	80
Tabela 9 - Ocorrências relatadas pela COMDEP à Secretaria de Obras Fonte: COMDEP, 2025 ...	84
Tabela 10 – Projetos e Obras no município de Petrópolis, executados por órgãos do Estado do Rio de Janeiro, que possuem correlação com a drenagem. Fonte: PACTO RJ (2025)	97
Tabela 11 – Maiores quantitativos de volumes e extensões atendidas nas ações do Programa Limpa Rio Manual e Limpa Rio Máquina em Petrópolis. Fonte: Tabelas enviadas pela DIRRAM/INEA, disponíveis no Anexo XI deste documento.	109
Tabela 12 – Indicadores e Órgãos responsáveis pelo cadastro das informações	115
Tabela 13 – Ações e frequências de limpeza dos dispositivos de drenagem	123
Tabela 14 – Estações de Monitoramento do INEA em Petrópolis - Modernização. Fonte: Plano de Readequação da Rede 2024 (INEA, 2024).....	133
Tabela 15 – Estações de Monitoramento do INEA em Petrópolis - Expansão. Fonte: Plano de Readequação da Rede 2024 (INEA, 2024).....	134



LISTA DE ANEXOS

- ❖ **ANEXO I** – ORGANOGRAMA DA SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS - SMO
- ❖ **ANEXO II** – FICHAS DE MANUTENÇÃO DIÁRIA – SMO
- ❖ **ANEXO III** – RELATÓRIO DE TRANSPORTES – SMO
- ❖ **ANEXO IV** – ORGANOGRAMA DA COMDEP
- ❖ **ANEXO V** – RELAÇÃO DE ATENDIMENTOS JAN/25 – COMDEP
- ❖ **ANEXO VI** – CRONOGRAMA FÍSICO DO PROGRAMA DE LIMPEZA DE BUEIROS - COMDEP
- ❖ **ANEXO VII** – DISPOSITIVOS CONTEMPLADOS 1ª ETAPA DO PROGRAMA DE LIMPEZA DE BUEIROS - COMDEP
- ❖ **ANEXO VIII** – ORGANOGRAMA DA SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE - SMA
- ❖ **ANEXO IX** – ORGANOGRAMA DA SECRETARIA DE DEFESA CIVIL - SEMPDEC
- ❖ **ANEXO X** – ORGANOGRAMA DA SECRETARIA DE PLANEJAMENTO - SPO
- ❖ **ANEXO XI** – ORGANOGRAMA DA DIRRAM/INEA

LISTA DE SIGLAS E ABREVIações

AI	Águas do Imperador
AGEVAP	Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul
ANA	Agência Nacional das Águas e Saneamento Básico
CIMOP	Centro Integrado de Monitoramento e Operações de Petrópolis
COMDEP	Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis
COMITÊ PIABANHA	Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha e Sub-Bacias Hidrográficas dos Rios Paquequer e Preto
COPPE	Coordenação dos Programas de Pós-Graduação em Engenharia da UFRJ
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas (MG)
INEA	Instituto Estadual do Ambiente (RJ)
MPRJ	Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento (Governo Federal)
PT	Plano de Trabalho
SEMPDEC	Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil
SGB	Serviço Geológico do Brasil
SMA	Secretaria Municipal de Meio Ambiente
SMO	Secretaria Municipal de Obras
SPO	Secretaria Municipal de Planejamento e Orçamento
TR	Termo de Referência
UFRJ	Universidade Federal do Rio de Janeiro



1. INTRODUÇÃO

O município de Petrópolis, assim como a maioria das cidades brasileiras, enfrenta sérios problemas relacionados à ausência ou deficiência na manutenção dos sistemas de drenagem, o que resulta em alagamentos, inundações e danos à infraestrutura urbana.

Esses problemas são amplificados pela falta de planejamento adequado e pela dificuldade de adaptação das cidades ao crescimento desordenado e às alterações climáticas observadas nos últimos anos. Nesse contexto, a elaboração de um Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem se torna essencial para garantir o funcionamento eficiente da drenagem urbana, bem como prevenir impactos relacionados aos eventos hidrológicos.

Apesar da importância desse tipo de planejamento, há uma escassez de manuais e diretrizes específicas para a operação de sistemas de drenagem que abranjam a totalidade de um município, o que torna esse tipo de trabalho um desafio. A criação de um plano que contemple tanto a microdrenagem quanto a macrodrenagem, adaptado à realidade local, representa uma abordagem inovadora no Brasil, com grande potencial para trazer melhorias para a gestão dos recursos hídricos, podendo ser replicado por diversas cidades.

No caso de Petrópolis, devido ao fato de estar localizado na Região Serrana do estado do Rio de Janeiro, este apresenta características geográficas, topográficas e climáticas que impõem desafios na gestão eficiente e eficaz dos sistemas de drenagem urbana. O relevo montanhoso, aliado ao alto índice pluviométrico da região, além da ausência de implementação efetiva das políticas de planejamento urbano previstas na legislação, são fatores que tornam a cidade suscetível a inundações e deslizamentos de terra, principalmente nas áreas urbanas densamente ocupadas. Este cenário reforça a importância de uma infraestrutura de drenagem bem estruturada, capaz de mitigar riscos e assegurar a segurança da população.

Apesar dos avanços em algumas áreas da gestão urbana, o município ainda enfrenta desafios significativos relacionados ao mau funcionamento dos sistemas de drenagem, que frequentemente resultam em inundações, alagamentos e enxurradas, causando danos a propriedades e riscos à integridade física dos habitantes. Tais problemas são agravados pela falta de manutenção preventiva, obstrução de bueiros e galerias, e crescimento desordenado em áreas de risco.

Além disso, diferente dos outros ramos do saneamento que podem ou não ser da administração direta, os sistemas de drenagem urbana são geridos pela Prefeitura Municipal. Em geral, a Secretaria de Obras do município responde por todas as atividades relacionadas ao planejamento, regulação, fiscalização e operação, enfraquecendo as ações. A estrutura de gestão de drenagem no município de Petrópolis, assim como muitas cidades brasileiras, carece de integração entre as diversas esferas do poder público e um planejamento mais eficaz, que envolva a gestão de recursos hídricos e o controle da expansão urbana. Além disso, a ausência de um plano de drenagem consistente e a falta de dados atualizados aparecem como elementos que dificultam a implementação de soluções eficazes e de longo prazo.

Nesse sentido, o presente Produto 2 - Diretrizes para Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem, elaborado no âmbito do Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem do Município de Petrópolis/RJ, tem como objetivo principal estabelecer diretrizes e ações para a manutenção e operação dos sistemas de drenagem urbana, com vistas à mitigação de riscos, proteção da população e do meio ambiente, e promoção da sustentabilidade hídrica.

A inserção do município na Região Hidrográfica IV (RH IV – Piabanha) exige que as estratégias adotadas sejam compatíveis com os objetivos de gestão integrada de recursos hídricos e alinhadas às políticas públicas regionais, reforçando o compromisso com a segurança e o desenvolvimento sustentável de Petrópolis e seu entorno.

1.1. OBJETIVOS

O Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem do município de Petrópolis/RJ tem como objetivo geral garantir a eficiência e funcionalidade dos sistemas de drenagem, assegurando o bom funcionamento tanto da microdrenagem (drenagem local) quanto da macrodrenagem (drenagem regional).

As etapas previstas neste Plano são identificadas pelos seguintes produtos (P):

- P1 - Plano de trabalho
- P2 - Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem
- P3 - Organização do serviço de manutenção



- P4 – Definição de indicadores de desempenho do sistema de águas pluviais
- P5 - Programa de capacitação de recursos humanos e a comunicação social

Além dos objetivos mencionados, por meio de uma manutenção constante e eficaz dos sistemas de drenagem, as medidas propostas visam reduzir os riscos de inundações, alagamentos e enxurradas.

Por fim, o Plano tem como meta aprimorar a gestão integrada da drenagem urbana, estabelecendo uma gestão eficiente e colaborativa que envolva órgãos públicos, privados e a comunidade, com um planejamento de longo prazo voltado para a melhoria contínua dos sistemas de drenagem do município.

Os objetivos gerais do Produto 2 consistem em:

1. **Identificação das deficiências e necessidades de melhoria nos sistemas de drenagem:** Realizar um diagnóstico detalhado das condições atuais dos sistemas de drenagem para detectar falhas e necessidades de requalificação ou expansão.
2. **Indicação de Medidas e Diretrizes para Gerenciamento, Operação e Manutenção:** Estabelecer processos de monitoramento contínuo e manutenção regular dos sistemas de drenagem para garantir seu funcionamento eficiente e minimizar riscos de obstruções ou falhas.

Os objetivos gerais e específicos proporcionam a elaboração de uma estrutura organizada para o planejamento e execução dos serviços de manutenção do sistema de drenagem do município de Petrópolis.

2. ETAPAS PARA A ELABORAÇÃO DAS DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM (PRODUTO 2)

A elaboração do Produto 2 envolveu realização de reuniões, vistorias técnicas para entendimento da dinâmica municipal relacionada aos serviços de drenagem urbana, bem como consulta à bibliografia e estudos existentes. Desta forma, este documento apresenta todos os estudos desenvolvidos conforme etapas mencionadas a seguir.

- **Levantamento e análise de estudos, projetos e planos existentes para o município de Petrópolis, e reuniões com especialistas e principais instituições municipais e estaduais:** Além da pesquisa bibliográfica a fim de buscar as publicações de estudos e projetos elaborados para o município de Petrópolis e que tenha interface com o presente trabalho, foram considerados também os projetos já executados. Ainda, foram analisados os documentos produzidos e fornecidos pela AGEVAP e pelo Comitê Piabanha. O desenvolvimento desta etapa também incluiu reuniões com os órgãos municipais e estaduais, bem como especialistas designados pelo Comitê Piabanha e pelo Ministério Público. Foram identificados até o momento como sendo as principais instituições envolvidas: Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil de Petrópolis (SEMPDEC); Secretaria Municipal de Obras (SMO); Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP); Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMA); Departamento de Tecnologia da Informação (DETEC); Secretaria de Planejamento e Orçamento (SPO); concessionária Águas do Imperador (AI) e Instituto Estadual do Ambiente (INEA). Foram realizadas reuniões com os seguintes órgãos: SEMPDEC; SMO; COMDEP; SMA; SPO; DETEC; concessionária Águas do Imperador; Diretoria de Recuperação Ambiental (DIRRAM) do INEA; além da contribuição de especialistas como o Professor Adacto Ottoni, representante do Ministério Público e do Sr. Rolf Dieringer, especialista indicado pelo comitê Piabanha e representante do grupo Vigilantes da Chuva. As reuniões e os materiais fornecidos foram fundamentais para o entendimento do funcionamento das estruturas organizacionais do município, bem como dos sistemas de drenagem, de monitoramento e dos maiores entraves relacionados à sua manutenção e operação, fornecendo subsídio para a elaboração das Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem (Produto 2).
- **Vistorias técnicas ao município de Petrópolis e reunião com o Prefeito:** As vistorias foram realizadas sob acompanhamento de representantes da AGEVAP, do Comitê



Piabanha, bem como de funcionários da Prefeitura e especialistas locais, a fim de acessar os pontos mais críticos que possam caracterizar os problemas típicos de drenagem existentes no município. Ainda, nesta etapa, está sendo prevista uma reunião com o atual Prefeito Hingo Hammes, a ser agendada pela AGEVAP/Comitê Piabanha. Neste intuito, já foram realizadas duas vistorias técnicas ao município, sendo a primeira no dia 06/11/2024, e a segunda no dia 12/12/2024. No dia 06/11/2024 foi realizada uma vistoria, precedida de uma reunião presencial na Secretaria de Obras, na Rua Teresa, 1515 - Alto da Serra (Hipershopping Petrópolis - Centro Administrativo Frei Antônio Moser). Participaram da reunião os representantes da Secretaria de Obras, da AGEVAP, da Secretaria de Defesa Civil e da Empresa Ecotools, sendo estes: Vyrna Jacomo de Abreu Nunes – Secretária de Obras; Aldir Cony dos Santos Filho – Subsecretário de Obras; Jose Carlos Cabral Pereira – Engenheiro da Secretaria de Obras; Ericson Couto Lobato – Engenheiro da Secretaria de Obras; Carlos Henrique Muller - Engenheiro da Secretaria de Obras; Rafael Lira T. Santos – AGEVAP; Marcella Vidal – Defesa Civil; Monique Marins – Ecotools; Carlos Frederico Enriquez – Ecotools. Após a reunião, foi realizada a vistoria técnica com o acompanhamento dos representantes da Secretaria de Obras, da Defesa Civil e da AGEVAP, que nos direcionaram aos pontos mais críticos em relação ao sistema de drenagem, tendo como foco o Distrito-Sede. De forma resumida, a reunião e a vistoria técnica permitiram o conhecimento das seguintes particularidades:

- A tipologia dos sistemas de macrodrenagem e os principais pontos de inundação e alagamento identificados;
- Uma visão geral dos recursos físicos e humanos atualmente empregados no gerenciamento, operação e manutenção do sistema de drenagem;
- Complementações, por parte da SMO, de informações relativas à gerenciamento, operação e manutenção do sistema de drenagem, com fornecimento de registros operacionais da equipe mais detalhados;
- Equipamentos de controle e monitoramento existentes (pluviômetros, medidores de vazão, réguas linimétricas, etc.), seus operadores e de que forma os dados são coletados, armazenados e divulgados;
- As interfaces existentes entre obras de saneamento e drenagem, que utilizam com frequência as calhas dos rios e córregos para passar tubulações de água e esgotos;
- O progresso da obra do túnel do extravasor do rio Palatinato, junto à empresa executora da obra.



No dia 12/12/2024 ocorreu a segunda vistoria técnica e uma reunião presencial na COMDEP, localizada na Rua General Rondon, 400b, Quitandinha, Petrópolis – RJ. Participaram da reunião os representantes da COMDEP, do Comitê Piabanha, da AGEVAP, da Secretaria de Defesa Civil e da Empresa Ecotools, conforme listados a seguir: Wanderley da Rocha Branco – Diretor técnico; Ronaldo Augusto da Rocha – presidente da Comissão de Fiscalização; Paulo Mussel – Técnico da COMDEP; Paulo Tâmbara – Supervisor de limpeza de bueiros e canaletas; Maria Bevilacqua Alves – Engenheira ambiental (atuação em aterros); João Raimundo da Costa Araújo – Engenheiro mecânico (atuação na fiscalização do abastecimento de água); Priscila – Secretária; Rafael Santos – AGEVAP; Karina Wilberg – Comitê Piabanha; Marcella Vidal – Defesa Civil; Monique Marins – Ecotools. Após a reunião, foi realizada a vistoria técnica com o acompanhamento de representantes do Comitê Piabanha, da AGEVAP e da Defesa Civil, para conhecer pontos da cidade que tenham relação com a drenagem. As informações obtidas em reunião e na vistoria técnica contemplaram:

- Explicação, por parte da COMDEP, sobre as suas atribuições e equipe técnica, rotinas diárias de limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem e programas de manutenção de bueiros e manilhas;
 - Fornecimento de informações como os materiais mais retirados de rios e bueiros nos processos de limpeza, particularidades que influenciam o escoamento das águas e dificultam o acesso para limpeza, como a influência das vigas dos acessos às edificações sobre a calha do rio, dentre outras intervenções;
 - Vistoria em pontos estratégicos do município, com foco no Distrito-Sede, observando sistemas de microdrenagem no entorno do Lago Quitandinha, áreas previstas para amortecimento de cheias como o estacionamento em frente ao Parque Cremerie e o Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher), e áreas de inundação como a região do Bingen.
- **Diagnóstico do sistema de drenagem e de monitoramento:** Após análise e compilação dos dados e procedimentos fornecidos pelas secretarias e órgãos responsáveis pela operação e manutenção dos sistemas de drenagem e de monitoramento hidrológico, foi realizado um diagnóstico a fim de identificar o sistema de micro e macrodrenagem existente, os pontos críticos no que diz respeito ao sistema de



drenagem e sua manutenção/operação, bem como os projetos previstos para o município. Esta etapa incluiu elaboração de mapas feitos por ferramentas de geoprocessamento, uso de *softwares* de desenho para análise de plantas e projetos, organogramas das estruturas das secretarias, dentre outros. A caracterização da área de estudo e diagnóstico do município e dos sistemas de drenagem estão apresentados nos **itens 3 e 4**, respectivamente;

- **Diretrizes para operação e manutenção do sistema de micro e macrodrenagem:**

Tendo em vista que um sistema de drenagem é composto por dispositivos de micro e macrodrenagem, a elaboração do Produto 2 teve início a partir da caracterização dos sistemas de drenagem, indicando as tipologias diagnosticadas no município, como sarjetas, bocas de lobo, caixas coletoras, galerias de grande porte, canais naturais ou revestidos, túnel extravasor, escoamento pelas servidões, bem como reservatórios de retenção previstos para serem instalados nos pontos mais críticos de inundação do município. Com base neste diagnóstico, dos pontos críticos nele indicados e das maiores dificuldades encontradas pelo município para a manutenção do sistema, foram indicadas as diretrizes e medidas para a operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem, conforme descrito no **item 5** deste documento. As diretrizes consistem em ações específicas a serem implementadas para garantir o funcionamento adequado do sistema, envolvendo tarefas concretas, como limpeza de bueiros, desobstrução de galerias, remoção de resíduos e inspeções periódicas, e podendo incluir planos emergenciais para períodos de chuvas intensas e procedimentos técnicos detalhados;

- **Sistema de monitoramento em tempo real dos sistemas de macrodrenagem:** O sistema de monitoramento existente no município é composto por uma rede pluviométrica e fluviométrica operada pelos seguintes responsáveis: INEA, ANA, CEMADEN, CEMADEN-RJ e INMET. Em relação ao monitoramento fluviométrico, ou seja, o que mede nível e vazão dos cursos d'água, que é o foco das Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem (Produto 2), este é realizado atualmente somente pelo INEA, através do Sistema de Alerta. Nesse sentido, esta etapa teve como objetivo, juntamente com o município, especialmente com a Secretaria de Defesa Civil, avaliar a ampliação do sistema de monitoramento dos níveis d'água, através da implantação de estações linimétricas e/ou fluviométricas, que possa auxiliar nas ações



de preparo e atendimento de emergências no âmbito das chuvas intensas, bem como na obtenção de dados, a longo prazo, para aplicação de estudos e pesquisas. Tal proposição de ampliação do sistema de monitoramento em tempo real encontra-se no **item 6.**

3. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem tem como área de abrangência todo o município de Petrópolis. O município integra a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, e encontra-se situado entre a Serra do Mar e a Serra dos Órgãos, tendo como coordenadas geográficas de referência: latitude 22°30'18" sul e longitude 43°10'44" oeste. Com uma área de aproximadamente 791,144 km², Petrópolis abriga uma população estimada em 278.881 habitantes, segundo dados do IBGE (2022).

Petrópolis faz divisa com Guapimirim, Magé, Teresópolis, São José do Vale do Rio Preto, Duque de Caxias, Miguel Pereira, Paty do Alferes, Paraíba do Sul e Areal, formando uma localização estratégica na Região Serrana Fluminense e destacando-se tanto por sua relevância histórica quanto por seu papel no contexto regional.

Sua área total é dividida em 5 (cinco) distritos, como visto na **Figura 1**, sendo estes: Petrópolis (1º distrito), Cascatinha (2º distrito), Itaipava (3º distrito), Pedro do Rio (4º distrito) e Posse (5º distrito).

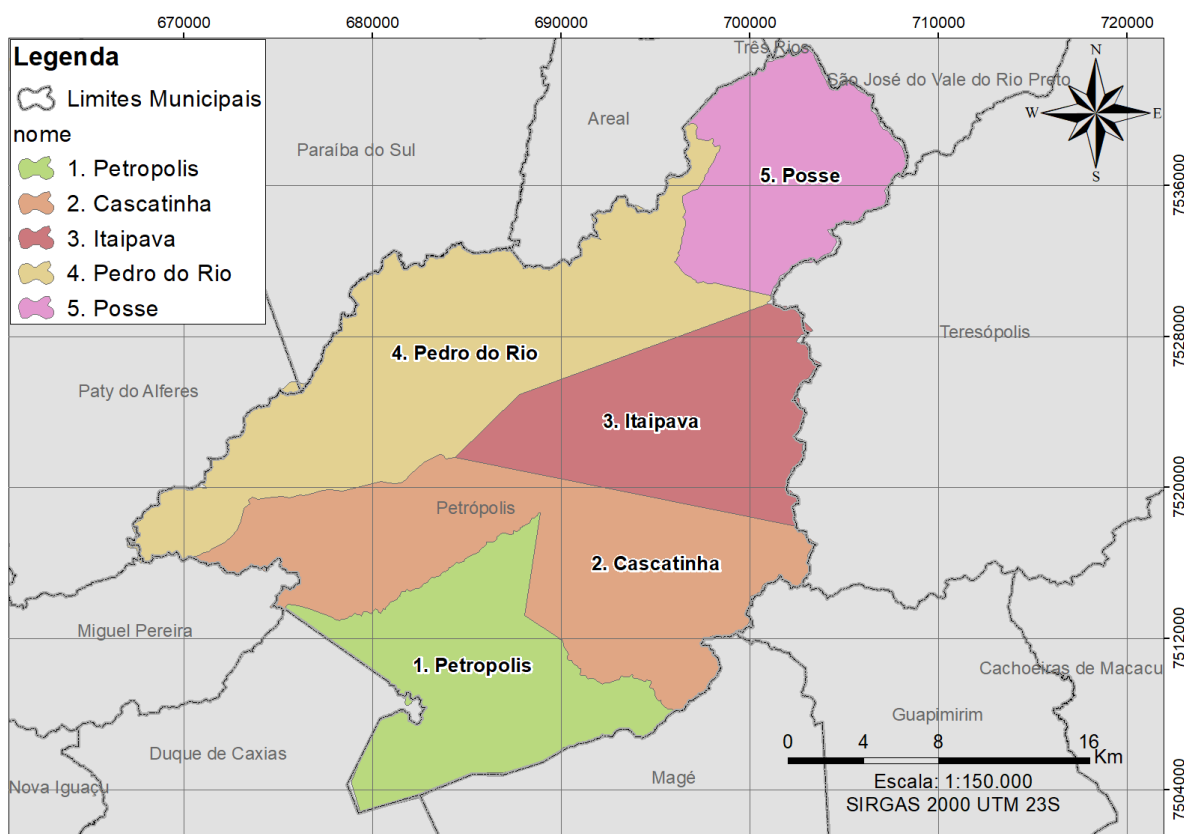


Figura 1 - Distritos do município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria

O município encontra-se inserido na Região Hidrográfica IV (RH IV) – Piabanha, caracterizada por sua relevância na gestão de recursos hídricos, devido à presença de importantes rios que integram a bacia do rio Piabanha, principal curso d'água da região, além de afluentes significativos que desempenham papel essencial no abastecimento hídrico e no controle de cheias.

Fazem parte da RH IV - Piabanha os municípios de Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis, inseridos integralmente, e, ainda, os municípios de Carmo, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis e Três Rios, inseridos parcialmente, como pode ser observado no mapa da **Figura 2**.

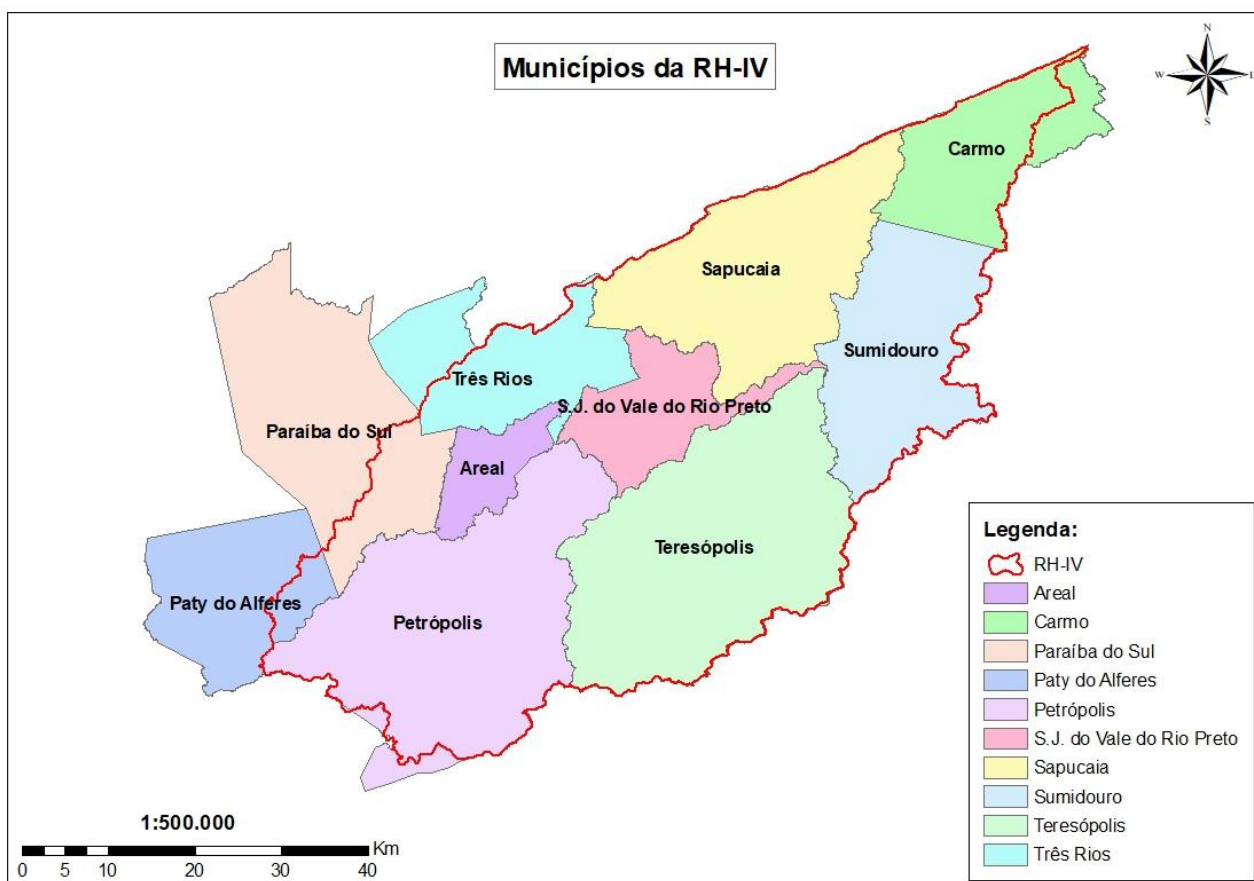


Figura 2 - Municípios pertencentes à RH-IV. Fonte: Elaboração própria

A RH-IV, que possui, aproximadamente, 3.460km², e é composta pela bacia do rio Piabanha e pelas sub-bacias dos rios Paquequer e Preto, estando inserida integralmente na bacia hidrográfica do rio Paraíba do Sul (COHIDRO, 2014).

A bacia hidrográfica do rio Piabanha está totalmente inserida na RH-IV e abrange o município

de Petrópolis, como mostra a **Figura 2**, através da qual é possível observar a localização da bacia e do município em relação à Região Hidrográfica do Piabanha. Com 80km de extensão, o rio Piabanha é um afluente do rio Paraíba do Sul, um dos principais mananciais do estado do Rio de Janeiro, conforme pode ser observado no Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Paraíba do Sul, aprovado pelo CEIVAP (Comitê de Integração da Bacia do Paraíba do Sul). A bacia do rio Paraíba do Sul, que possui aproximadamente 55.500km², e a sub-bacia do rio Piabanha, com cerca de 2.060km², estão inseridas dentro da região hidrográfica Atlântico Sudeste, de acordo com a divisão hidrográfica nacional estabelecida pela Resolução n° 32, de 15/10/2003 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).

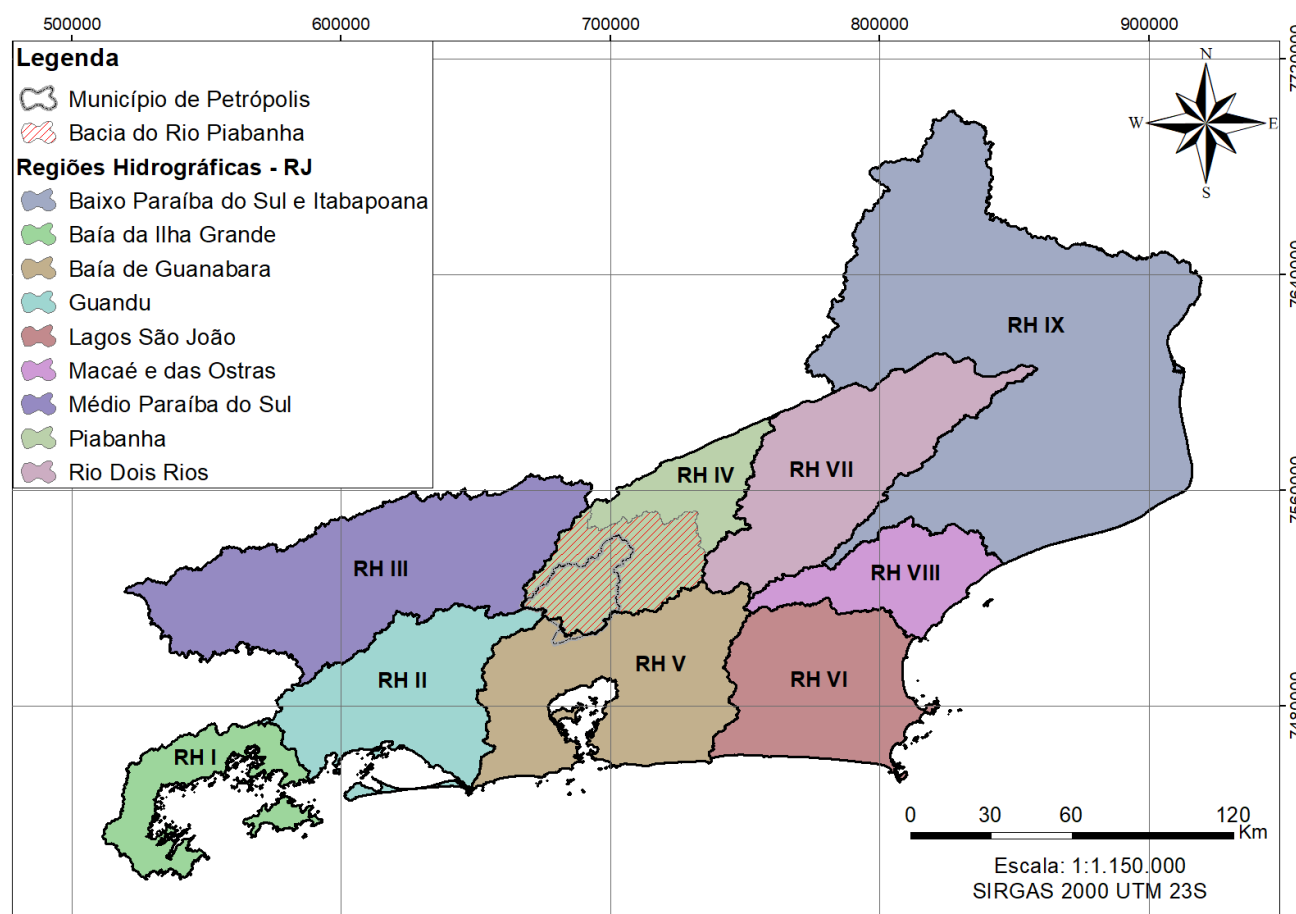
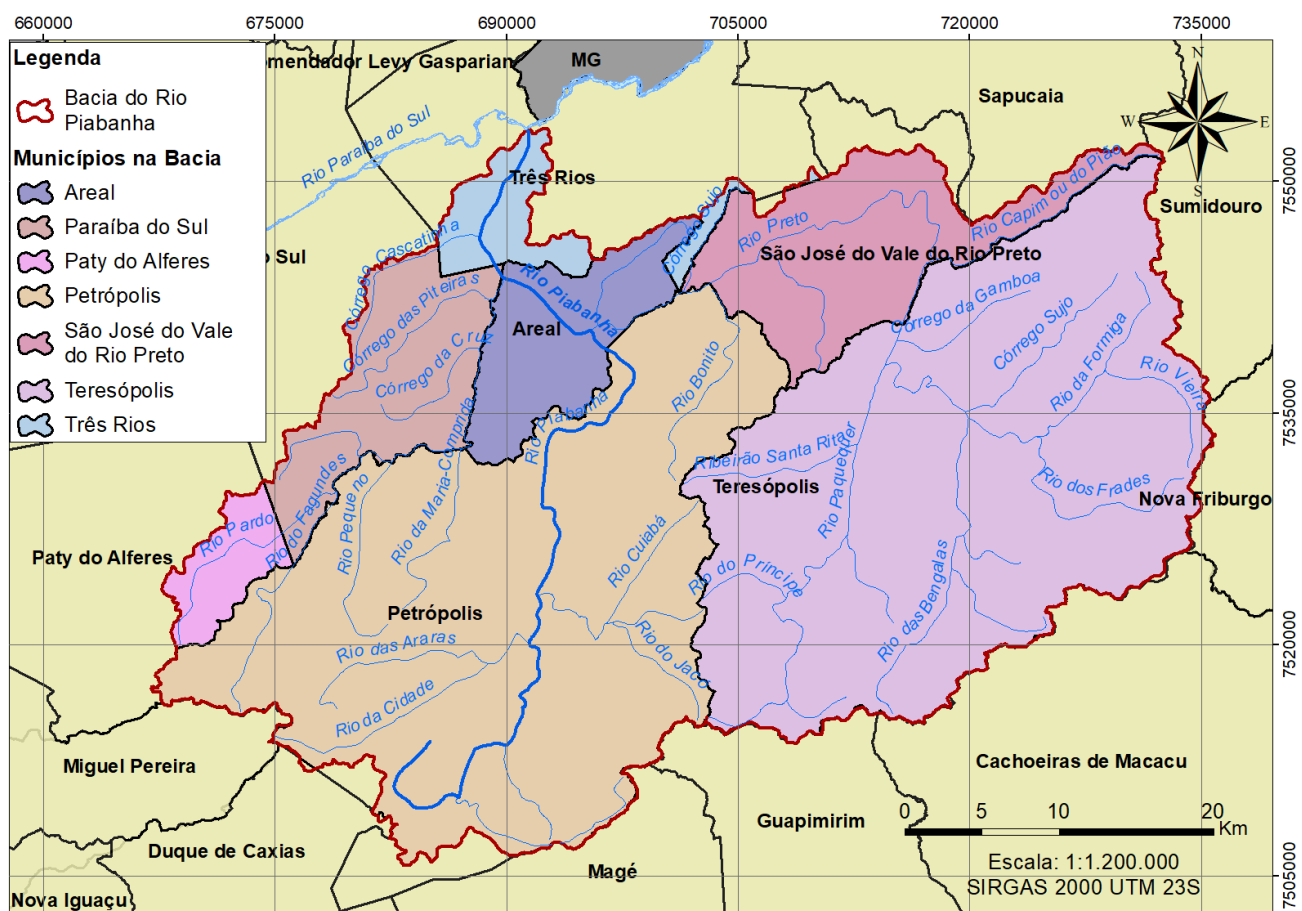


Figura 3 - Localização da Bacia do Rio Piabanha e das Regiões Hidrográficas do RJ
Fonte: Elaboração própria

Os principais afluentes do rio Piabanha são os rios Fagundes (50 km de extensão), pela margem esquerda, e Preto (54 km de extensão), pela margem direita. Além do município de Petrópolis, a bacia do rio Piabanha é composta pelos municípios de Areal, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, São José do Vale do Rio Preto, Teresópolis e Três Rios com população total

A **Figura 4** apresenta o mapa político da bacia do rio Piabanha, para facilitar o entendimento e localização dos principais afluentes, dos municípios integrantes da bacia e dos municípios limítrofes.



A bacia apresenta relevo montanhoso, muito acidentado de modo geral, no curso médio e superior, com afloramentos rochosos e altitudes que ultrapassam os 2.200m. De acordo com os domínios geomorfológicos classificados na carta geomorfológica do município de Petrópolis, elaborada por SHINZATO *et al.* (2017), publicada pelo Serviço Geológico do Brasil e conforme exposto na **Figura 5**, as áreas montanhosas representam aproximadamente 89,68% da bacia, tendo como predominante o domínio Domínios Serrano



(cerca de 37,37% da bacia), seguido pelos Morros Altos (31,28%) e os Domínios Alto Serrano (13,77%). As áreas de Rampas de Alúvio-Colúvio e Rampas de Colúvio/Depósito de Tálus ocupam cerca de 9,36% da área da bacia. Já as Planícies de Inundação (Várzeas) ocupam aproximadamente 3,12%, enquanto as Colinas representam cerca de 0,18%.

Geomorfologicamente a região está situada na Unidade Serra dos Órgãos (RADAMBRASIL, 1983). O reverso deste conjunto topográfico é definido por seu aspecto morfoestrutural, caracterizado por lineações de vales estruturais de cristas serranas, maciços graníticos, morros com desníveis altimétricos acentuados e alvéolos intermontanos. Essas feições refletem áreas de dobramentos remobilizados sob forma de blocos justapostos. A drenagem da Serra dos Órgãos se desenvolve sob o controle lito-estrutural, apresentando padrões paralelos e sub-paralelos.

Os Reversos da Serra do Mar, pela sua localização, extensão e posição geográfica, apresenta formas de uso e ocupação inadequados como desmatamentos e desenvolvimento de atividades agropecuárias e urbanas em núcleos intermontanos, expandindo-se às vertentes íngremes. A região tem expressiva amplitude topográfica, vertentes predominantemente retilíneas a côncavas e escarpadas com topos e cristas. A vegetação predominante é composta de Floresta Ombrófila Densa Montana, Alto Montana, Campos de Altitude e Floresta Estacional Semidecidual para NE, adaptada às estações úmidas e secas.

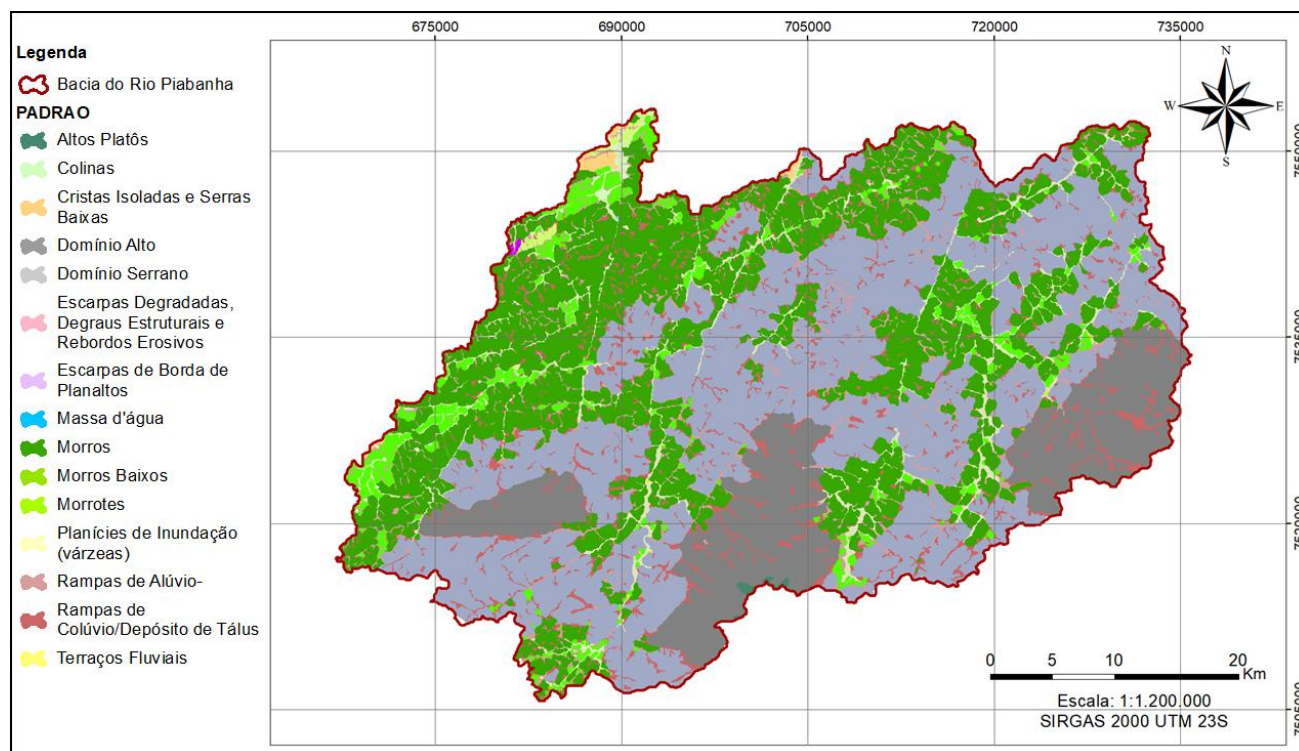


Figura 5 - Domínios Geomorfológicos na Bacia do Rio Piabanha

Fonte: Elaboração própria - base geomorfológica disponível em SHINZATO *et al.* (2017)

Tabela 1 – Tabela de Classes Geomorfológicas da Bacia do Rio Piabanha.

Fonte: Base geomorfológica disponível em SHINZATO *et al.* (2017)

Classe Geomorfológica	Área (km²)	Percentual
Altos Platôs	2,57	0,12%
Colinas	3,70	0,18%
Cristas Isoladas e Serras Baixas	6,52	0,32%
Domínios Alto Serrano	283,76	13,77%
Domínios Serrano	769,92	37,37%
Escarpas de Borda de Planaltos	0,30	0,01%
Escarpas Degradadas, Degraus Estruturais e Rebordos Erosivos	1,05	0,05%
Massa d'água	0,21	0,01%
Morros Altos	644,40	31,28%
Morros Baixos	84,08	4,08%
Morrotes	5,61	0,27%
Planícies de Inundação (Várzeas)	64,36	3,12%
Rampas de Alúvio-Colúvio	72,47	3,52%
Rampas de Colúvio/Depósito de Tálus	120,38	5,84%
Terraços Fluviais	0,65	0,03%
Total	2.060,00	100,00%



O ambiente de Formação Montana se estende sobre litologia pré-cambriana, na qual desenvolvem-se perfis de Latossolos, Podzólicos, Cambissolos e subordinadamente Litossolos com afloramentos rochosos nas vertentes mais íngremes, normalmente ocupando locais de difícil acesso, quase sempre constituindo áreas de preservação ambiental (GONÇALVES, 2008; LOU, 2010).

A ocupação da bacia do Piabanha remonta ao período colonial do início do século XIX. Os principais núcleos urbanos, localizados nos municípios de Petrópolis e Teresópolis, concentram 92% da população humana inserida na bacia do Piabanha. A população de forma geral se instalou em regiões intermontanas, em fundo de vales nos exíguos terraços fluviais, por vezes atingindo as encostas íngremes expandindo-se pelos vales dos rios Piabanha e Preto, respectivamente.

A proximidade com o Rio de Janeiro induz a um crescimento urbano acentuado e inadequado para as condições ambientais da bacia. Além dos conhecidos problemas com situações de risco de erosão das encostas e de inundação na calha dos rios, a qualidade dos recursos hídricos é prejudicada pelo lançamento de esgotos *in natura*. Embora os esgotos sejam de responsabilidade da Concessionária Águas do Imperador (AI), foi observado, durante as visitas, a presença de esgotos em praticamente todos os cursos d'água observados. Esta situação é agravada pelo fato de que as vazões naturais dos rios não são suficientes para a diluição das cargas lançadas, resultando em altos índices de poluição. Foi observada a construção de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) próximo ao bairro Independência, porém faz-se necessário indagar à companhia Águas do Imperador o atual estado de cumprimento das metas contratuais de coleta e tratamento de esgotos e previsões de percentuais de atendimento para os próximos anos.

A bacia do Piabanha destaca-se também pelo uso industrial (mais de 50 indústrias de alto potencial poluidor) e pelas áreas de pastagens (aproximadamente 36,64% da bacia, segundo o mapeamento de uso e ocupação do solo do INEA (2020). Essas áreas são corresponsáveis pela erosão dos solos e degradação das águas, juntamente com a ocupação urbana, ainda que pequena (5,78%) em relação a área da bacia, se concentra nas sedes de Petrópolis e Teresópolis, e ainda nas cabeceiras dos rios Piabanha e Paquequer, contribuindo para a poluição ao longo destes cursos d'água. Os usos mencionados podem ser facilmente identificados pelas áreas em vermelho na **Figura 6**.

Na **Tabela 2** estão reunidos os valores percentuais, em relação à área total da bacia, de cada tipo de uso e ocupação de solo, conforme mapeamento realizado para todo o estado do Rio de Janeiro, para o ano de 2018, e disponível em INEA (2020).

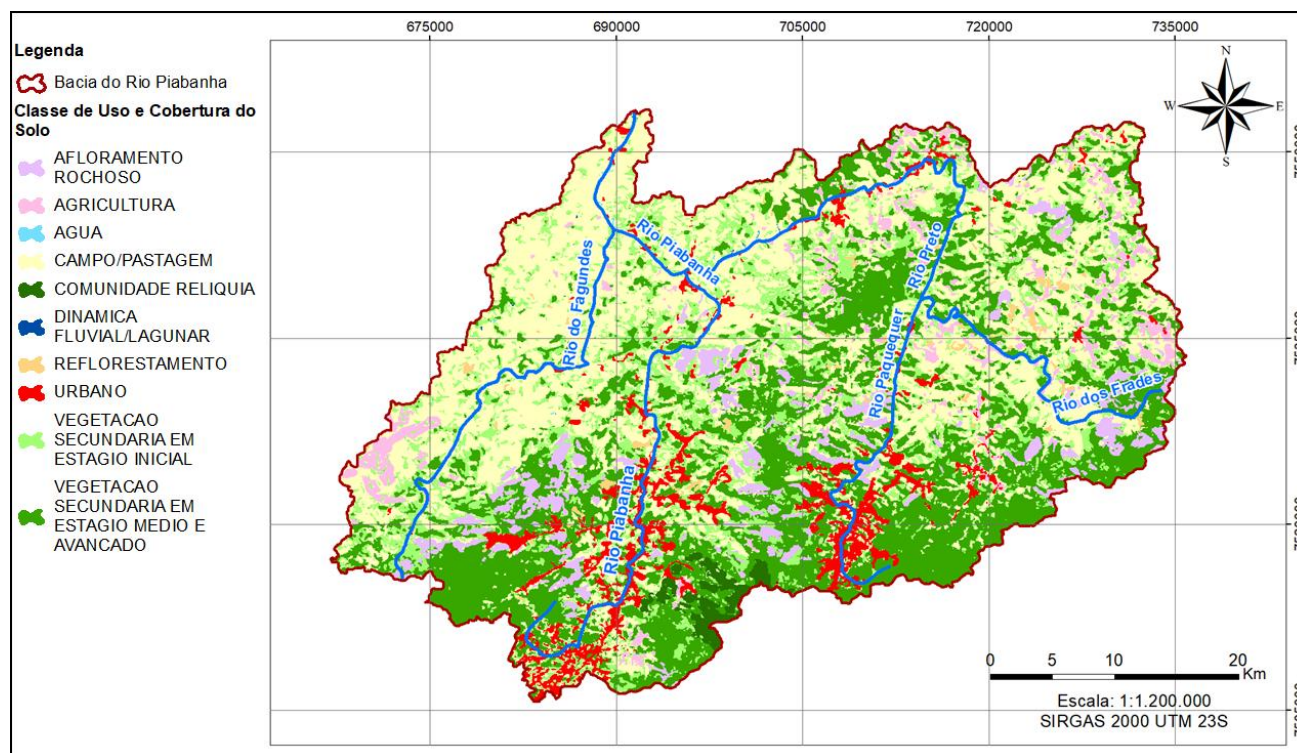


Figura 6 – Mapa do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Piabanha.
Fonte: Mapeamento do uso e cobertura do solo do ano de 2018 (INEA, 2020)

Tabela 2 – Tabela do Uso e Ocupação do Solo da Bacia do Rio Piabanha.
Fonte: Mapeamento do uso e cobertura do solo do ano de 2018 (INEA, 2020)

Uso e Ocupação do Solo	Área (km²)	Percentual
Afloramento Rochoso	99,84	4,85%
Agricultura	77,71	3,77%
Comunidade Relíquia	22,66	1,10%
Dinâmica Fluvial/Lagunar	0,39	0,02%
Espelho d'Água	1,56	0,08%
Ocupação Urbana	119,34	5,78%
Pastagem	754,66	36,64%
Reflorestamento	16,45	0,80%
Vegetação Secundária em Estágio Avançado	631,95	30,68%
Vegetação Secundária em Estágio Inicial	335,44	16,29%
Total	2.059,75	100,00%

Além disso, a vegetação secundária em estágio avançado ocupa 30,68% da bacia, enquanto a vegetação secundária em estágio inicial ocupa 16,29%, o que contribui de forma relevante para o equilíbrio ecológico da região. As áreas de reflorestamento representam 0,80% da bacia, e as áreas de afloramento rochoso, com vegetação resistente ao calor e à escassez de água, ocupam 4,85%. A agricultura ocupa 3,77% da bacia, enquanto as comunidades relictas, com vegetação herbáceo-arbustiva, ocupam 1,10% da área.

A localização da bacia em região tropical e a proximidade da superfície oceânica não explicam por si só a elevada pluviosidade da região. A esses fatores, que criam pré-condições à alta pluviosidade, estão associados mecanismos dinâmicos, de massas de ar polares e oceânicas e linhas de instabilidade, e fatores estáticos orográficos proporcionados pela orientação SO/NE da Serra do Mar.

Esse posicionamento expõe a região ao fluxo meridional de ar frio, oriundo do Polo Sul sobre as águas quentes oceânicas, assegurando-lhe ainda maior frequência de invasão de frentes frias e de linhas de instabilidade tropical. A sua topografia bastante acidentada, que é proporcionada por rochas cristalinas do Escudo Brasileiro, aumenta a turbulência do ar pela ascendência orográfica, favorecendo as precipitações.

Os fatores dinâmicos e estáticos determinam para a bacia o clima tropical de altitude úmido na região serrana, com altos índices pluviométricos e temperaturas médias a baixas. A região mais baixa, tanto pelo efeito adiabático como pela continentalidade, está condicionada a amplitudes térmicas distintas de inverno e verão de um clima subúmido.

Um dos estudos localizados e de grande relevância para a caracterização pluviométrica anual da região, refere-se às isoietas do Serviço Geológico do Brasil (antiga CPRM), desenvolvidas no âmbito do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil. Estas foram geradas considerando os dados de precipitação média anual do período de 1977 a 2006, provenientes da rede hidrometeorológica nacional, que foram compilados e estão disponibilizados pela CPRM (2006). Nas encostas íngremes, a pluviosidade média anual ultrapassa os 1.600mm, como nas cidades de Petrópolis e Teresópolis, como ilustra a **Figura 7**. Nas vertentes mais íngremes e elevadas, acima dos 2.000m, identificam-se formações rupestres e campos de altitude como nas proximidades dos campos do Sino e do Açú, onde podem ocorrer temperaturas negativas, inclusive com geada. Nas proximidades dos

municípios de Areal e São José do Rio Preto, a média pluviométrica decresce abruptamente para 1.200mm, com períodos secos e déficits hídricos bastante pronunciados. Observando-se o mapa de isoietas da bacia hidrográfica sobre o mapa topográfico, constata-se a influência do relevo na distribuição pluviométrica total. O relevo acidentado condiciona também a variação das temperaturas.

É possível identificar, através da análise da distribuição das precipitações ao longo do ano, que o período chuvoso está distribuído de novembro a março. Também foi identificado que o mês mais seco é julho e que as chuvas têm início no mês de agosto (GONÇALVES, 2008).

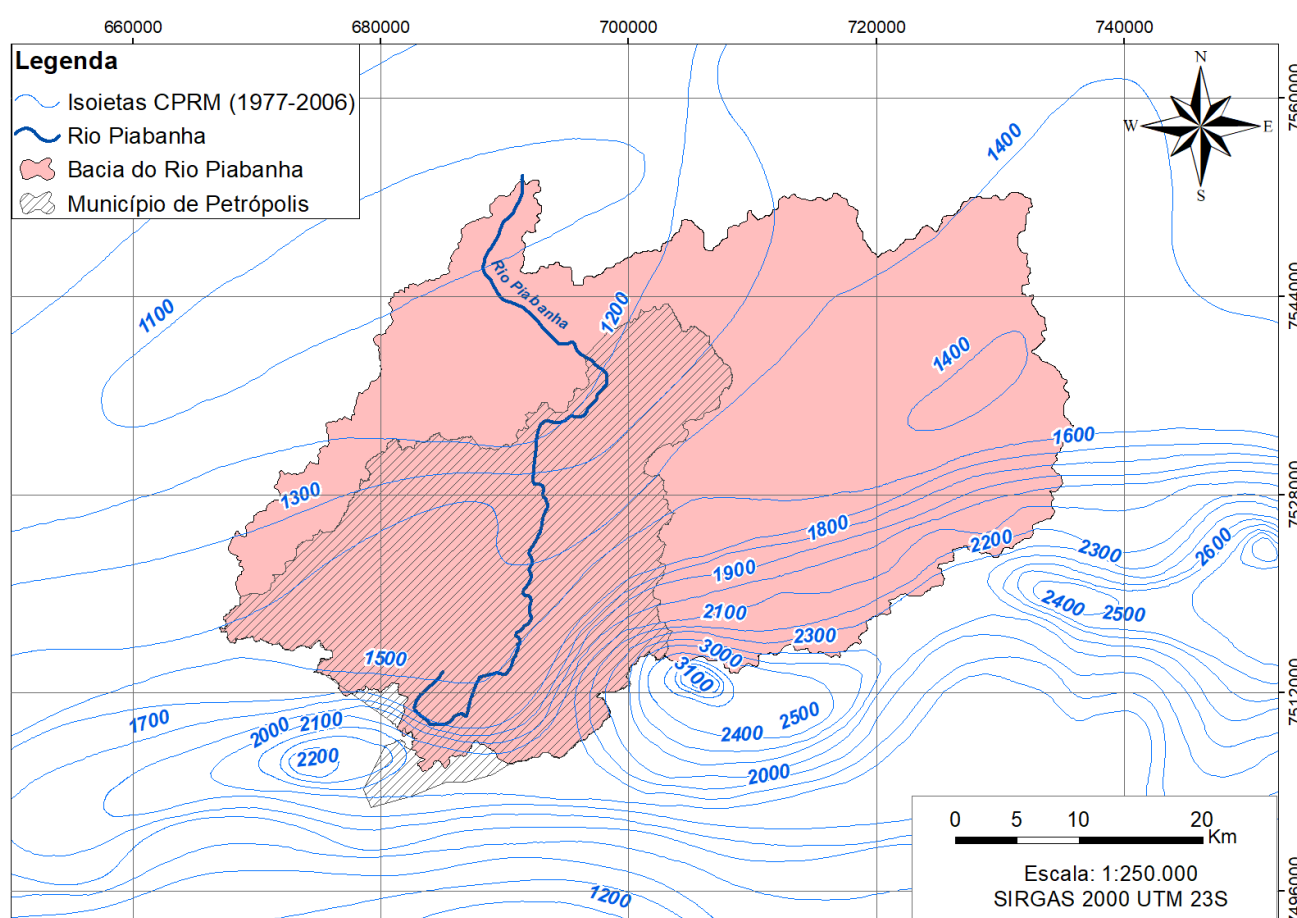


Figura 7 - Disposição das Isoietas (médias anuais) na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha

Fonte: CPRM (2006)

Dentre as grandes sub-bacias formadoras do rio Paraíba do Sul, a bacia do rio Piabanha é a que apresenta a maior cobertura florestal. Destaca-se também que a bacia do rio Paquequer, sub-bacia do Piabanha, apresenta o maior percentual de cobertura florestal (46%) entre todas as sub-bacias individualizadas do Paraíba do Sul (COPPE/UFRJ, 2006). Este aspecto é evidenciado pela existência de inúmeras unidades de conservação dentro da

bacia, tanto de uso sustentável quanto de proteção integral, conforme ilustrado na **Figura 8**.

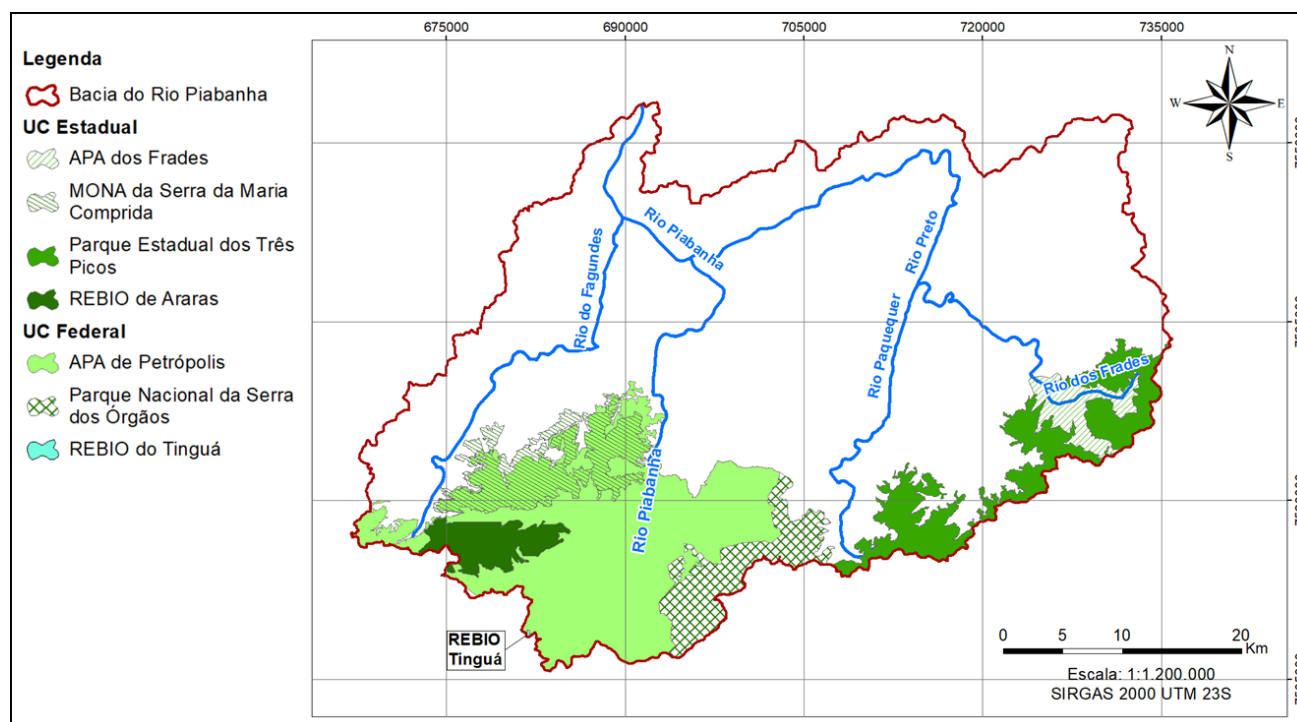


Figura 8 - Unidades de Conservação (UC) na Bacia do Rio Piabanha

Fontes: UC Estadual: INEA (2023); UC Federal: ICMBio (2023)

Com base na caracterização apresentada, observa-se que a bacia do rio Piabanha, bem como o município de Petrópolis, apresentam características geográficas, climáticas e de ocupação que exigem atenção especial no planejamento urbano e ambiental, especialmente no que diz respeito às questões relacionadas ao manejo das águas pluviais.

Com isso, visando a elaboração das Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem (Produto 2), foi essencial realizar um diagnóstico dos principais sistemas de drenagem de Petrópolis, que permita identificar as condições atuais da infraestrutura, os principais problemas enfrentados e as intervenções necessárias para garantir a funcionalidade dos sistemas. O próximo capítulo aborda essa análise.

4. DIAGNÓSTICO DO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS

O diagnóstico teve como objetivo analisar os sistemas de drenagem existentes em todo o município de Petrópolis, conforme apontado na **Figura 9**, e identificar os principais problemas associados ao seu funcionamento e avaliar a estrutura de gestão pública voltada para o gerenciamento da drenagem urbana. A partir deste levantamento, será possível propor ações e estratégias para melhorar a eficiência da drenagem, reduzir os impactos de eventos climáticos extremos e promover uma gestão mais integrada e sustentável para o município.

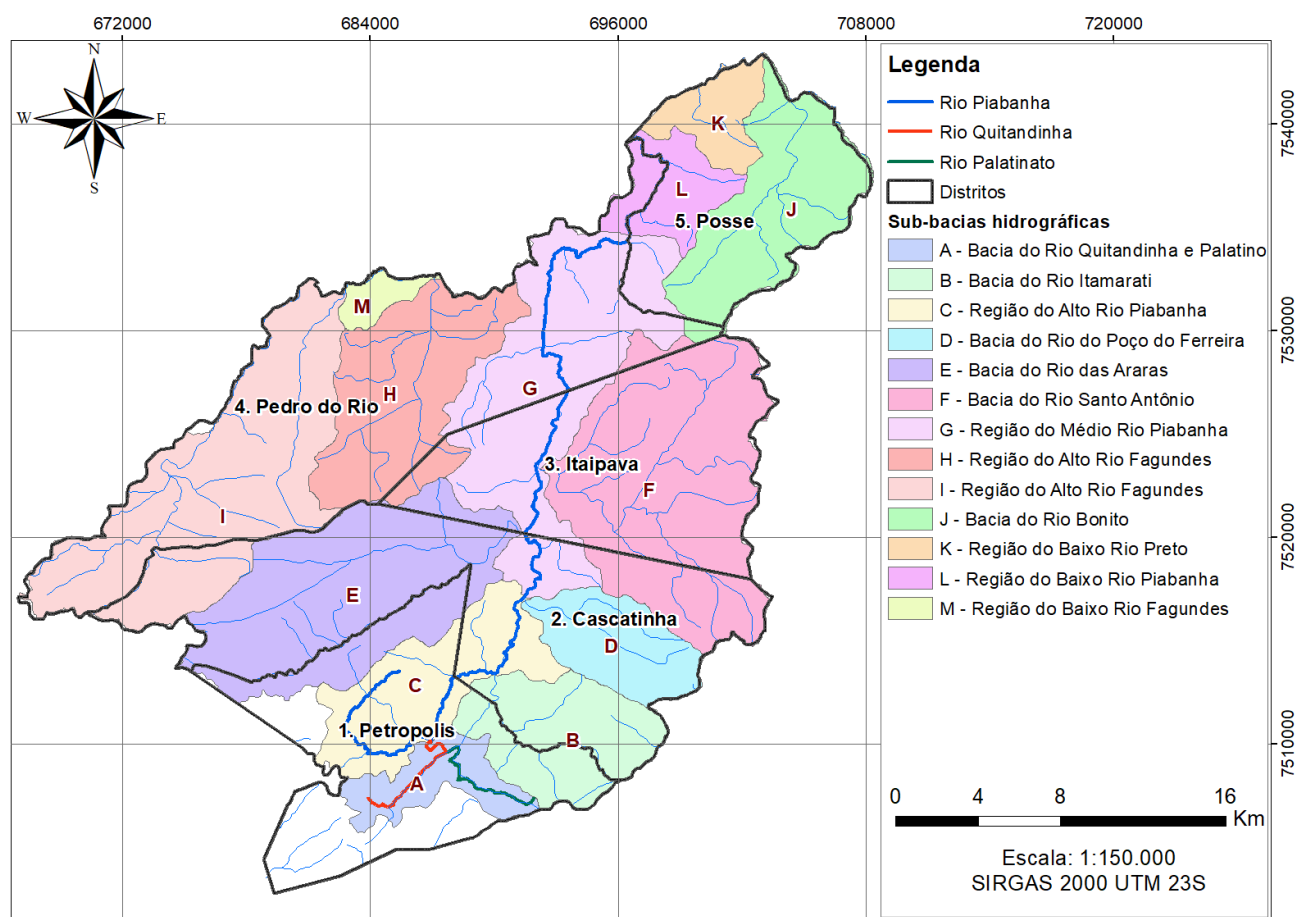


Figura 9 – Sub-bacias Hidrográficas no Município de Petrópolis

Fonte: Elaboração própria com base no shapefile “Sub-bacias da RH-IV” (SIGA-Piabanha, 2024)

Com base nas análises dos documentos existentes, bem como das informações obtidas em reuniões junto aos órgãos municipais, a região apontada como mais crítica no que diz



respeito aos impactos relacionados ao funcionamento do sistema de drenagem é a área abrangida pelo 1º Distrito (Petrópolis), onde fica localizado o Centro Histórico. Esta região é drenada pelos rios Quitandinha, Palatinato, pelo alto curso do rio Piabanha, bem como é delimitada por parte do traçado do rio Itamaraty.

Devido ao fato de apresentar maiores impactos e, por isso, demandar mais soluções, é para o 1º Distrito que são disponibilizados maior quantidade e melhor qualidade de dados. Consequentemente, o presente plano terá o seu desenvolvimento com maior foco para essa região. No entanto, sem prejuízo aos demais distritos, pelo fato dos atores envolvidos municipais envolvidos serem os mesmos (SMO, COMDEP, SMA, Defesa Civil, INEA, MPRJ etc.), permitindo que as diretrizes aqui apresentadas sejam replicadas.

O município de Petrópolis enfrenta alagamentos recorrentes em áreas urbanas durante períodos de chuvas intensas, com destaque para o Centro Histórico, onde estão localizadas edificações de grande valor histórico e cultural, além de uma parte significativa do adensamento residencial e do comércio local.

A análise da suscetibilidade a inundações e enxurradas do município foi feita com base no estudo desenvolvido pelo SGB (antiga CPRM) e publicado em 2016, com indicação de áreas propensas ao desenvolvimento de processos do meio físico, que podem gerar desastres naturais, em face da presença de fatores predisponentes básicos em terrenos ocupados e não ocupados. O mapeamento está apresentado na **Figura 10**, e mostra alta suscetibilidade a inundações ao longo de todo o rio Piabanha, bem como nos rios Quitandinha e Palatinato, ambos localizados no 1º Distrito. Além disso, outros cursos d'água também foram mapeados como altamente suscetíveis, como trechos do rio das Araras (2º Distrito), do rio Santo Antônio (3º Distrito), dos rios Fagundes e Maria Bonita (4º Distrito) e rio Bonito (5º Distrito).

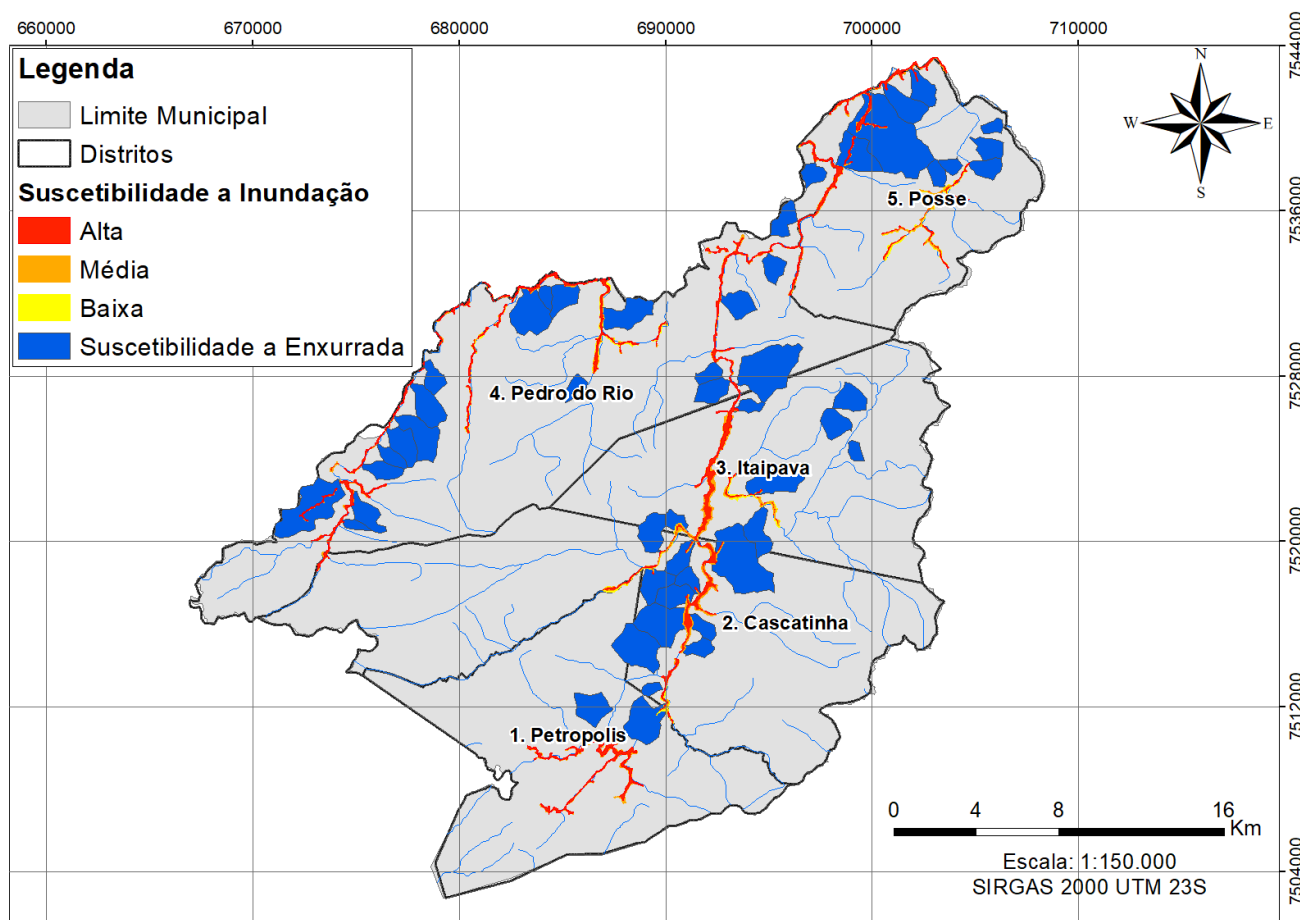


Figura 10 – Mapa de Suscetibilidade a Inundações no Município de Petrópolis
Fonte: Elaboração própria, adaptado de SGB (2016)

É importante destacar que o estudo elaborado pelo SGB não inclui qualquer tipo de análise acerca de perigo ou risco a inundações. Neste caso, a suscetibilidade estaria associada às condições naturais do terreno que favorecem a elevação do nível d'água no canal de drenagem com transbordamento, atingindo as planícies aluviais e os terraços fluviais.

Também foram avaliados os registros de ocorrências hidrológicas disponibilizados pela Defesa Civil, contemplando o período de 2015 a 2024. Estes registros foram disponibilizados em formato tabelado, contendo informações como o tipo de ocorrência, a data da solicitação, o ponto de referência, o logradouro e respectivas coordenadas geográficas, dentre outras informações. Destaca-se que todas as ocorrências (com exceção das geotécnicas) foram registradas como “alagamentos”, sendo que grande parte delas encontram-se próxima aos cursos d'água, sugerindo, portanto, que sejam pontos de inundação.

A partir desses dados, foi possível avaliar quais foram as localidades das quais decorreram



maior número de solicitações, sendo o 1º e o 2º distrito apontados com o maior número de ocorrências, conforme quantitativo a seguir:

- 1º Distrito (Petrópolis): 201
- 2º Distrito (Cascatinha): 182
- 3º Distrito (Itaipava): 11
- 4º Distrito (Pedro do Rio): 29
- 5º Distrito (Posse): 8
- **TOTAL: 431**

O gráfico da **Figura 11** mostra a distribuição das ocorrências por bairros, indicando Corrêas, Centro, Alto da Serra, Quitandinha, Nogueira e Independência como bairros com números elevados de ocorrências, com destaque para Corrêas, com 152 ocorrências. Ressalta-se que os bairros Centro, Alto da Serra, Quitandinha e Independência ficam localizados no 1º Distrito, enquanto Corrêas e Nogueira, no 2º Distrito.

Ocorrências Hidrológicas - Defesa Civil de Petrópolis (2015-2024)

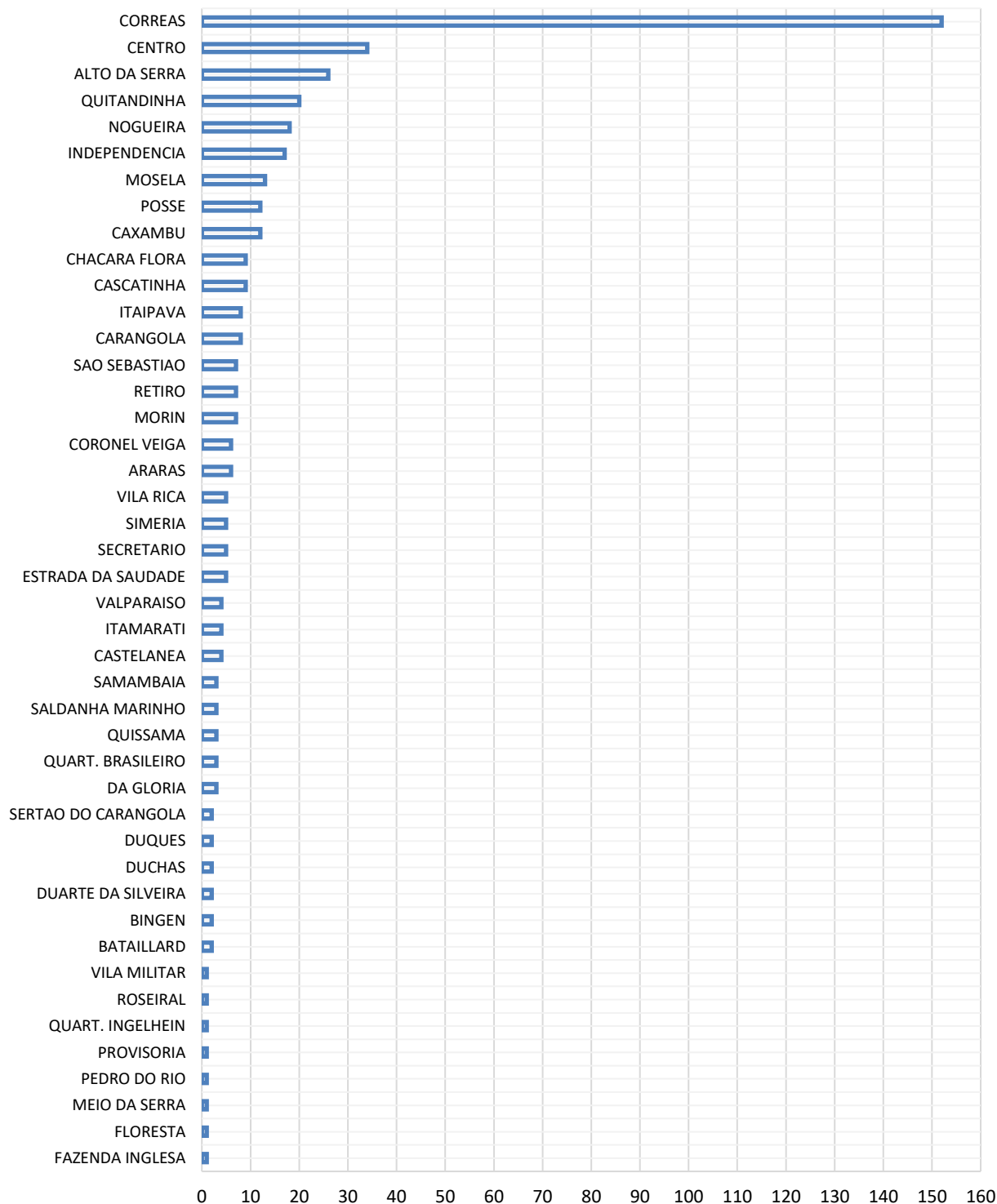


Figura 11 – Gráfico de Ocorrências Hidrológicas da Defesa Civil em Petrópolis
Fonte: SEMPDEC (2024)



A distribuição espacial das ocorrências está apresentada no mapa da **Figura 12**, a partir do qual pode-se confirmar que a maior concentração de registros de ocorrências ocorre no 1º Distrito de Petrópolis. Também se observa pontos nos demais distritos, com maior destaque para o 2º Distrito (Cascatinha), ao longo do rio Piabanha, assim como em Pedro do Rio. A maior quantidade de ocorrências nos bairros mencionados é decorrente, dentre outros aspectos, dos fatores climáticos dessa região. Pela análise das isoietas inseridas na **Figura 12** constata-se a variabilidade pluviométrica do município de Petrópolis, que apresenta maiores acumulados nas proximidades da Serra dos Órgãos, o que favorece a incidência de fortes precipitações, com totais anuais próximos de 2000 mm. Por outro lado, em outras localidades como Itaipava e Pedro do Rio, os regimes pluviométricos seguem padrões diferenciados, com totais anuais variando entre 1200mm e 1400mm. Com isto fica evidente que o posicionamento, a orientação e existência de relevo acidentado, bem como a presença de vegetação densa (floresta) propiciam maiores acumulados nas proximidades da Serra do Mar, resultando em características de maior umidade, enquanto na região mais ao norte do município, o clima é mais seco.

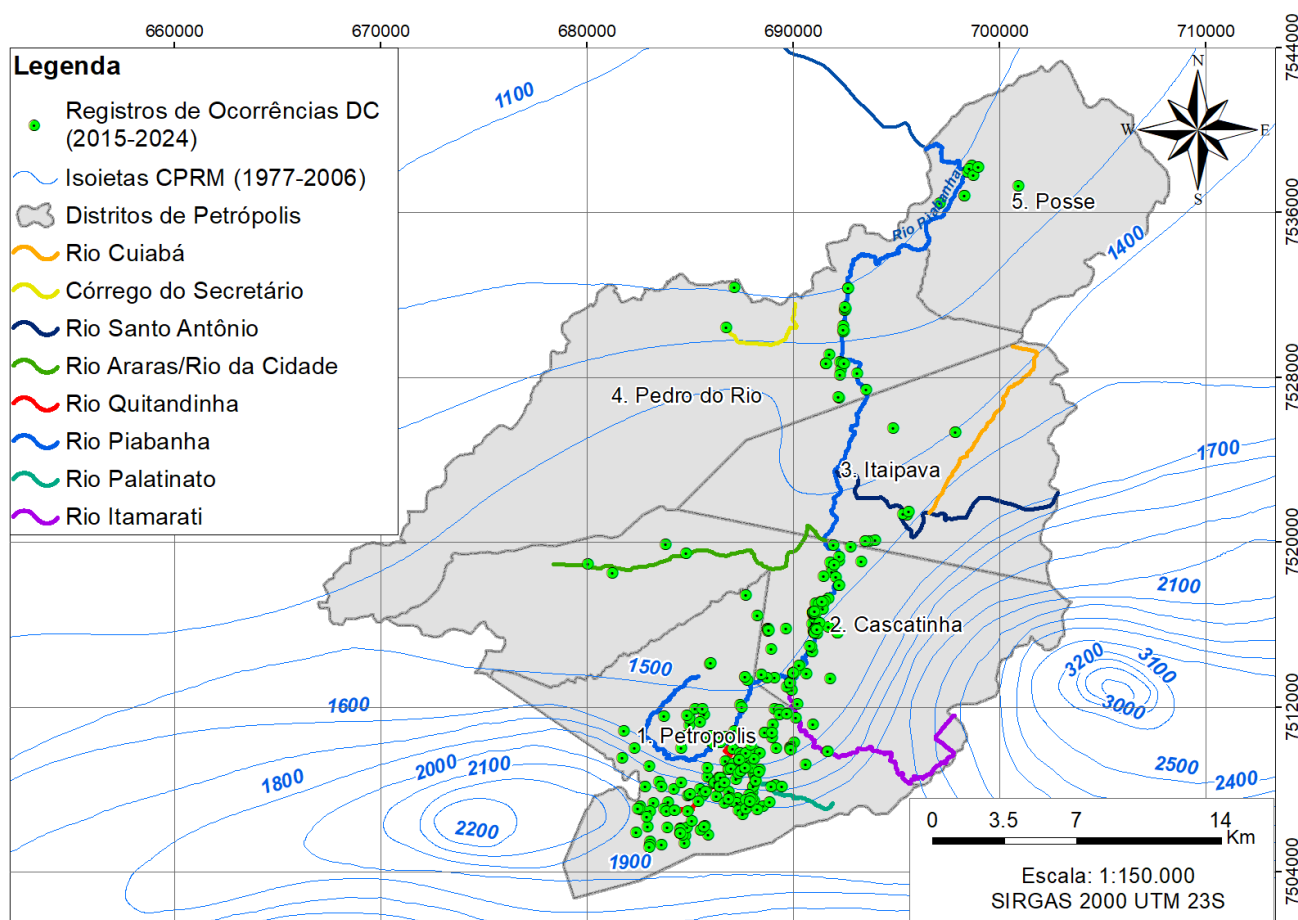


Figura 12 - Mapa das Ocorrências Hidrológicas da Defesa Civil e das Isoietas no Município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria

Na área urbana do Centro de Petrópolis, a região ao longo da Rua Coronel Veiga é uma das mais afetadas pela insuficiência da capacidade de drenagem. O escoamento do rio Quitandinha e de seus afluentes, além de causarem transtornos nesta área, atingem o Centro Histórico, provocando uma forte elevação do nível d'água no canal do Centro.

As inundações em Petrópolis, especialmente no Centro Histórico, datam da época do Império, causando sérios impactos à população, com perdas de vidas, elevados prejuízos financeiros e danos ambientais consideráveis. Todavia, com a crescente ocupação desordenada das encostas, os efeitos desses eventos meteorológicos têm se agravado ao longo do tempo.

Os problemas relacionados à drenagem destacam-se por problemas de magnitudes

diferenciadas. Em menor escala ocorrem os alagamentos e as pequenas inundações dos diversos afluentes do rio Piabanha, que nem sempre atingem o Centro Histórico. Em escalas maiores, as grandes inundações dos cursos d'água como o rio Quitandinha e o Palatinato, impactam o Centro Histórico e causam movimentos de massa nas áreas de risco.

Dentre os maiores desastres ocorridos em Petrópolis, destacam-se os eventos de 1988, de 2011 e, mais recentemente, de 2022. Esses eventos foram marcados por chuvas intensas que desencadearam graves inundações e deslizamentos de terra, resultando em significativas perdas humanas, materiais e ambientais. Esses desastres destacam a vulnerabilidade do município a eventos extremos, reforçando a necessidade de planejamento e manutenção eficiente dos sistemas de drenagem para mitigar riscos e proteger a população.

4.1 DIAGNÓSTICO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM

A caracterização geral dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais aborda os componentes e estratégias implementados para controlar o escoamento superficial, minimizando riscos de enchentes, erosões e impactos ambientais. Esses sistemas são divididos em dois níveis principais: sistemas de microdrenagem e sistemas de macrodrenagem, como mostra a **Figura 13**.

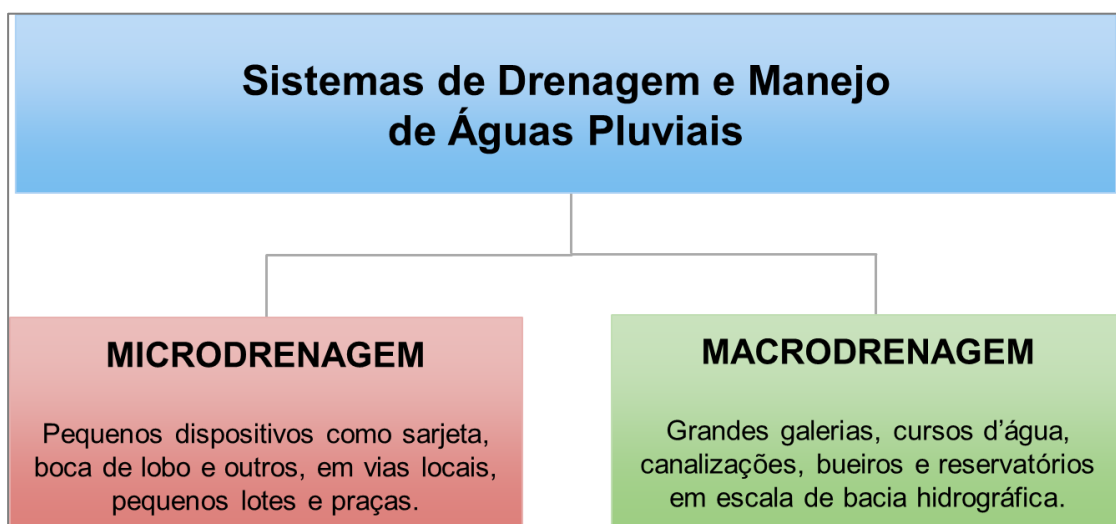


Figura 13 – Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais
Fonte: Elaboração própria

4.1.1. Sistemas de Microdrenagem

Os sistemas de microdrenagem tem como principal função conduzir adequadamente o escoamento superficial até o sistema de macrodrenagem, através de sarjetas, meio-fio, bocas de lobo, tubos e conexões, poços de visita, condutos forçados, dentre outros, bem como remover a água pluvial dos pavimentos das vias públicas, oferecendo maior segurança aos usuários da via. Sendo assim, o sistema de microdrenagem, também conhecido como sistema de drenagem inicial, é fundamental para dar suporte ao sistema de macrodrenagem, principalmente com o avanço da urbanização e impermeabilização do solo, que faz com que a macrodrenagem sozinha não seja suficiente para promover o adequado escoamento das águas pluviais.

No município de Petrópolis, a microdrenagem é composta pelos dispositivos padrão, conforme exemplificado pela **Figura 14**.

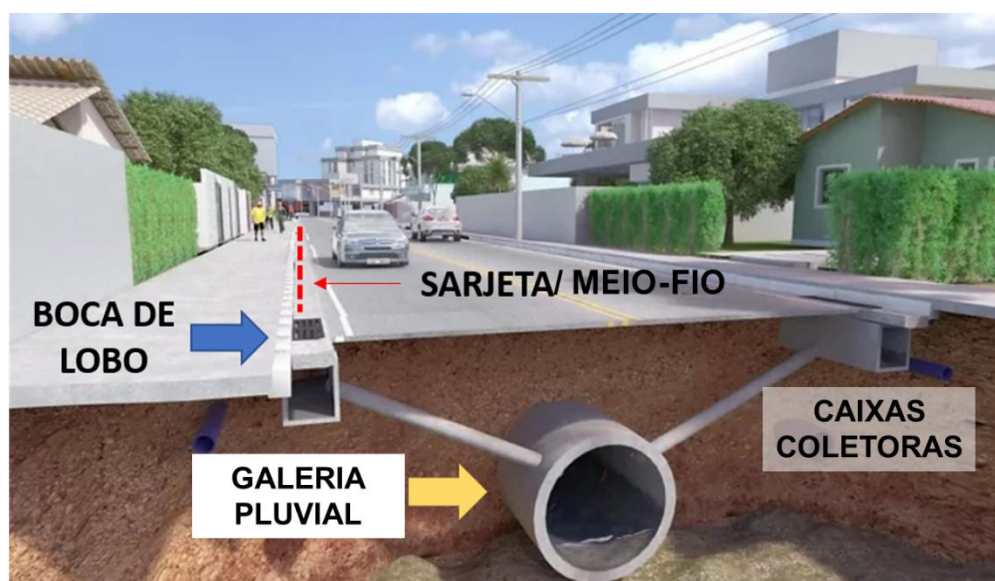


Figura 14 – Tipos de Dispositivos de Microdrenagem

Fonte: Adaptado de SILVA *et al.* (2019)

Ao longo das vias urbanas, as bocas de lobo realizam a captação dos escoamentos superficiais, conduzindo o fluxo de água para as caixas coletoras e, posteriormente, para as galerias pluviais. Nas figuras a seguir é possível observar algumas tipologias de dispositivos de microdrenagem identificados no município. Ressalta-se que em grande parte das vias principais há predominância de paralelepípedos, constituindo assim pavimentos permeáveis, com função no aumento da infiltração das águas pluviais decorrentes de eventos de chuvas de menores intensidades. Entretanto, essas vias vêm sendo revestidas com asfalto.



Figura 15 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no bairro do Quitandinha
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 16 - Rede de drenagem pluvial e poço de visita no bairro do Quitandinha.
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 17 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo e poço de visita) no bairro do Quitandinha.
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 18 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no entorno do Lago Quitandinha
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 19 - Dispositivos de microdrenagem (bocas de lobo) no entorno do Lago Quitantinha
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024

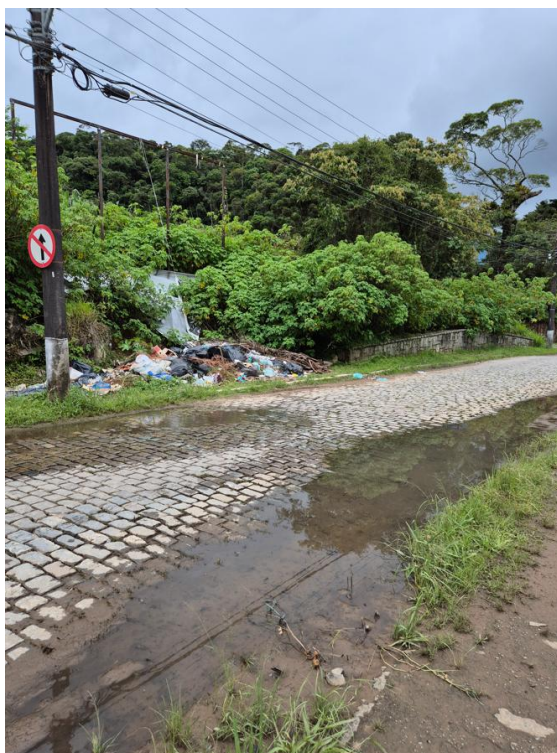


Figura 20 - Folhas secas, resíduos sólidos e bolsões de água no entorno do Lago Quitantinha
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 21 - Dispositivos de microdrenagem em Bingen
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 22 - Bocas de lobo em Secretário
Fonte: Vistoria realizada em 25/06/2024



Figura 23 - Microdrenagem (Bocas de lobo, caixa coletora) em Itaipava
Fonte: Vistoria realizada em 30/04/2024

Além dos dispositivos mencionados anteriormente, devido ao relevo acidentado, em alguns casos a drenagem acompanha a topografia. Cabe observar uma ocorrência típica de Petrópolis, que possui muitas servidões em encostas íngremes. Nestas, as águas escoam pelas próprias vias, sejam escadas ou rampas de acesso de veículo e, na ocorrência de chuvas intensas constituem fator de risco a pedestres. Nesse sentido, são observadas servidões que funcionam como escadas hidráulicas para a condução dos escoamentos vindos das partes mais altas, como mostra a imagem da **Figura 24**, a seguir.



Figura 24 - Vista da Trav. Dr. Nelson da Cruz Loureiro, bairro Valparaíso.
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

4.1.2. Sistemas de Macrodrenagem

Os sistemas de macrodrenagem consistem no conjunto de estruturas e dispositivos destinados a conduzir grandes volumes de água, sendo formada por canais (abertos ou fechados), reservatórios, galerias e tubulações que recebem a vazão de um conjunto de redes da microdrenagem, ou por meio de contribuições diretas ao longo de sua extensão. Esse tipo de drenagem atua em escalas maiores, com o objetivo principal de prevenir inundações, controlar cheias e minimizar os impactos de eventos hídricos extremos.

A rede de macrodrenagem do município de Petrópolis apresenta características específicas relacionadas à sua concepção original e às condições atuais de uso e manutenção. Historicamente, a cidade de Petrópolis foi projetada considerando os vales formados pelos rios, que serviram como base para a implantação das vias principais. Essa configuração, apesar de aproveitar as características naturais do relevo, também trouxe desafios significativos, especialmente em relação à interação entre a infraestrutura urbana e os cursos d'água.

Outro aspecto crítico é a existência de muitas galerias e canalizações localizadas sob



construções, o que impossibilita o acesso adequado para limpeza e manutenção. Esse fator compromete a eficiência do sistema e aumenta o risco de obstruções, alagamentos e degradação da rede de drenagem.

Adicionalmente, observa-se que, em diversas áreas do município, a rede de drenagem tem sido utilizada como uma rede mista, recebendo o lançamento de esgoto. Essa prática não apenas reduz a capacidade do sistema em escoar águas pluviais e deteriora a estrutura, como também gera impactos ambientais significativos, contribuindo para a poluição dos cursos d'água e ampliando os riscos à saúde pública.

Vale destacar que no trabalho denominado “Estudo de Alternativas e Elaboração de Projetos Básicos e Executivos para Controle de Inundações do Centro Histórico do Município de Petrópolis-RJ”, desenvolvido pela COHIDRO (2022), há uma extensa caracterização das estruturas de macrodrenagem do município de Petrópolis. Tal caracterização, constante no Relatório 2.1. Caracterização, Avaliação e Diagnóstico das Estruturas de Macrodrenagem Existentes, dedica suas 68 páginas para detalhar os sistemas dos rios Quitandinha, Palatinato, Itamarati e Piabanha, bem como do Túnel extravasor. Tendo em vista que tal caracterização foi realizada recentemente e que o Termo de Referência dessa contratação não contempla diagnóstico do sistema de drenagem, as Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem (Produto 2) apresenta apenas um diagnóstico geral, com base nas vistorias realizada junto à Prefeitura, à AGEVAP e ao Comitê Piabanha, para fins de entendimento das medidas aqui propostas.

No 1º Distrito a macrodrenagem é caracterizada pelas galerias e pelos cursos d'água que sofreram modificações ao longo do tempo, em especial os rios Quitandinha, Palatinato, o alto curso do rio Piabanha e seus respectivos afluentes. Nesse sentido, as tipologias dos canais de drenagem são variadas no que diz respeito ao material que reveste suas margens. Há rios e córregos que ainda mantêm a sua calha natural, outros que sofreram modificações apenas de suas margens, mantendo o fundo natural e, outros, foram totalmente canalizados, com margens e calhas revestidas. Alguns cursos d'água e sistemas de macrodrenagem do município de Petrópolis estão indicados nas imagens a seguir.



Figura 25 - Drenagem na Vila Luís Macedo, no Bairro Saldanha Marinho
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 26 - Rio Quitandinha (Rua Coronel Veiga)
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 27 - Rio Quitandinha (Rua Coronel Veiga)
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 28 - Rio Quitandinha canalizado a jusante do Lago – Rua Afrânio Melo Franco
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 29 - Rio Quitandinha – vista para montante
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 30 - Rio Quitandinha – vista para jusante
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024

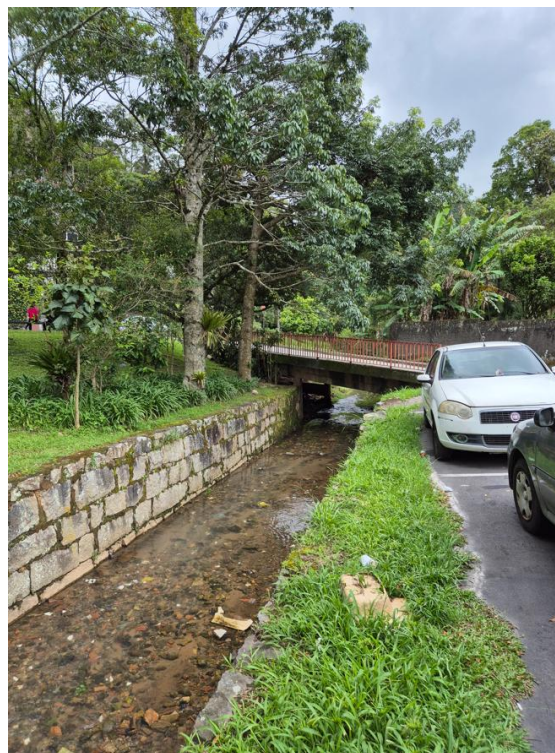


Figura 31 - Rio Cremerie, na altura do Parque Cremerie
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 32 - Afluente do rio Piabanha – Trecho urbanizado (Bingen)
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 33 - Afluente do rio Piabanha – Trecho urbanizado e natural (Bingen)
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024

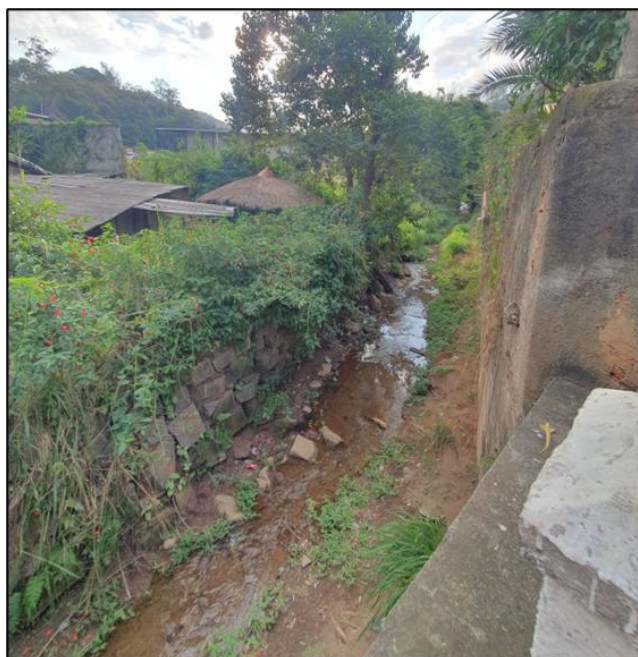


Figura 34 – Córrego do Secretário
Fonte: Vistoria realizada em 25/06/2024

A drenagem que vem da encosta, em alguns casos, possui gradeamento para retenção de resíduos sólidos. Alguns pontos indicados pelos técnicos da Secretaria de Obras como locais que possuem esses gradeamentos foram: Caititu, Caxambu, Independência e Antero Silva. Em vistoria ao município, alguns locais foram acessados na **Figura 35** e na **Figura 36**. Em relação ao gradeamento da **Figura 35**, observou-se que este está localizado acima da canalização, funcionando com a retenção dos sólidos apenas quando este extravasa da seção de escoamento.



Figura 35 – Ponto de gradeamento acessado pela Vila Luís Macedo, no Bairro Castelânea. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

Na **Figura 36** é possível verificar o gradeamento feito com barras de ferro, em dois pontos distintos do curso d'água. Ressalta-se, ainda, em relação a este ponto, que a bacia hidrográfica drena para a vertente da encosta voltada para Duque de Caxias, não sendo direcionada para o rio Quitandinha. No entanto, este curso d'água perpassa pelo bairro mais populoso de Petrópolis, o Independência, que possui em torno de 40 mil habitantes, conforme informado pelos técnicos. O escoamento é iniciado no Alto Independência, comunidade localizada a montante, caracterizada pelas cotas mais elevadas e terreno mais inclinado. Neste trecho o córrego recebe grande número de resíduos e efluentes domésticos

despejados de forma irregular, justificando a necessidade do gradeamento. Para jusante do ponto vistoriado fica o bairro Baixo Independência, que consiste em uma área mais nobre, com terreno plano, com lençol freático próximo à superfície, sendo bastante afetado pelas inundações do córrego vistoriado. Por isso, além do gradeamento, no ponto indicado na Figura 36 há uma caixa de areia, que recebe limpeza principalmente nos períodos que antecedem o período chuvoso.

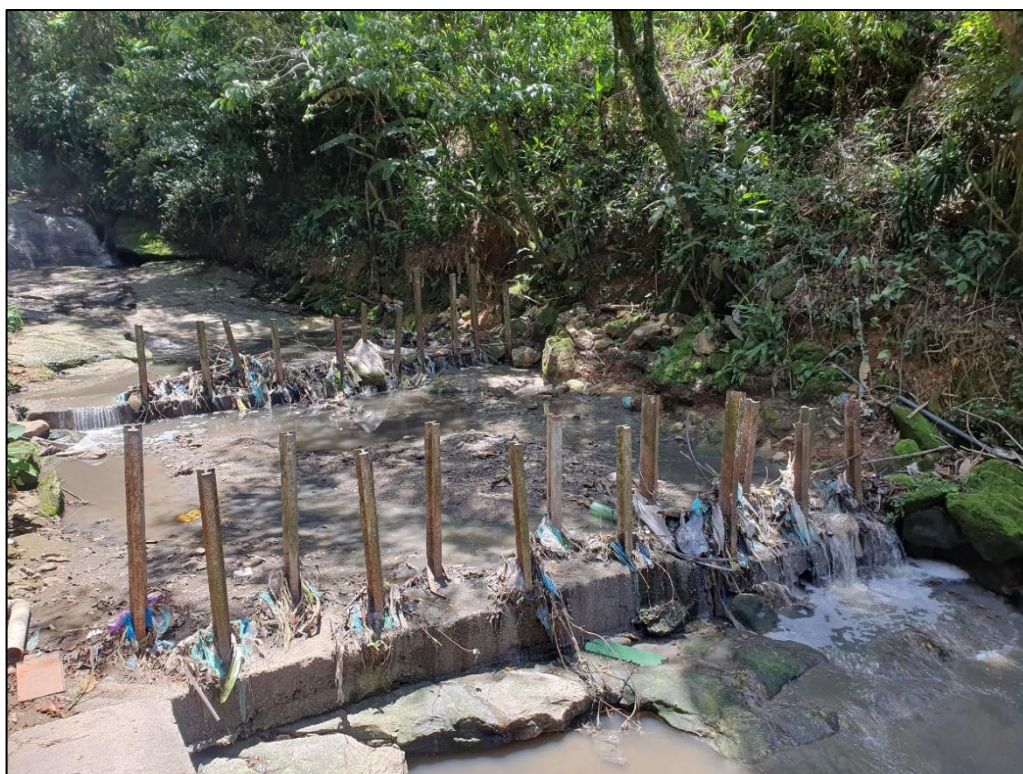


Figura 36 – Ponto de gradeamento acessado pela Rua Ângelo João Brand, no Bairro Independência.
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 37 – Canalização na Rua Ângelo João Brand, no Bairro Independência, onde é realizada limpeza e manutenção do córrego. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

O município de Petrópolis conta com diversos lagos e reservatórios que desempenham um papel fundamental na retenção das águas pluviais. Dentre os principais lagos naturais, destacam-se o Lago Nogueira, localizado no bairro de Nogueira, e o Lago do Baixo São Vicente, situado na região de São Vicente. Além desses, o Lago Quitandinha, um dos mais icônicos da cidade, e o Lago do Parque Cremerie, também se destacam. Estes lagos e reservatórios, apresentados nas figuras a seguir, são fundamentais para a drenagem e o manejo das águas pluviais em Petrópolis.



Figura 38 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher) - Vista para montante
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 39 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher) - Vista para jusante
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 40 - Lago de Baixo São Vicente (Rio do Major Acher)
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 41 - Lago no interior do Parque (curso d'água sem nome na base 1:25.000 INEA)
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024



Figura 42 - Lago Quitandinha
Fonte: Vistoria realizada em 12/12/2024

O município possui importante estrutura para controle das inundações, o Túnel Extravasor. Com uma extensão aproximada de 2.800 metros, o túnel foi construído em 1960 e opera como um canal subterrâneo, desviando parte do escoamento da bacia do rio Palatinato para a bacia do rio Itamarati. Destaca-se que a manutenção e operação do Túnel é de responsabilidade do Governo do Estado, não tendo a Prefeitura responsabilidades sobre esta estrutura.

O mapa da **Figura 43** apresenta a localização do túnel, obtida em consulta ao Projeto do Túnel Extravasor (SEINFRA, 2022) disponibilizado no SEI, sob o número 170026/000539/2022.

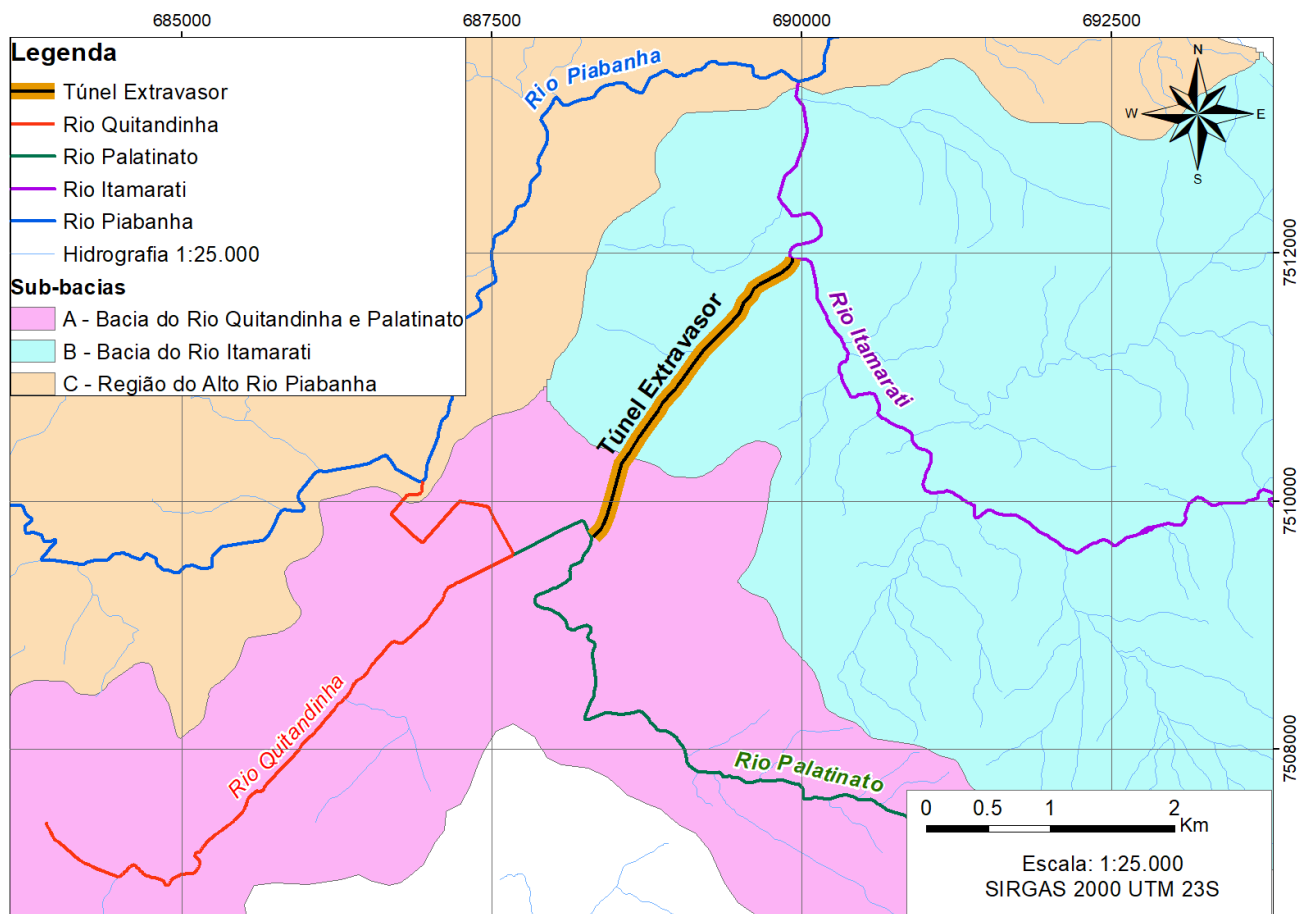


Figura 43 - Localização do Túnel Extravasor do Rio Palatinato
Fonte: Elaboração própria

Desde a sua construção, nunca havia sido realizada manutenção. Atualmente o Túnel vem passando por reformas e obras de melhorias, realizadas pela empresa Engeprat. As imagens a seguir mostram os registros obtidos em campo, com evidências das obras que estão sendo realizadas.



Figura 44 – Entrada do Túnel Extravasor
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

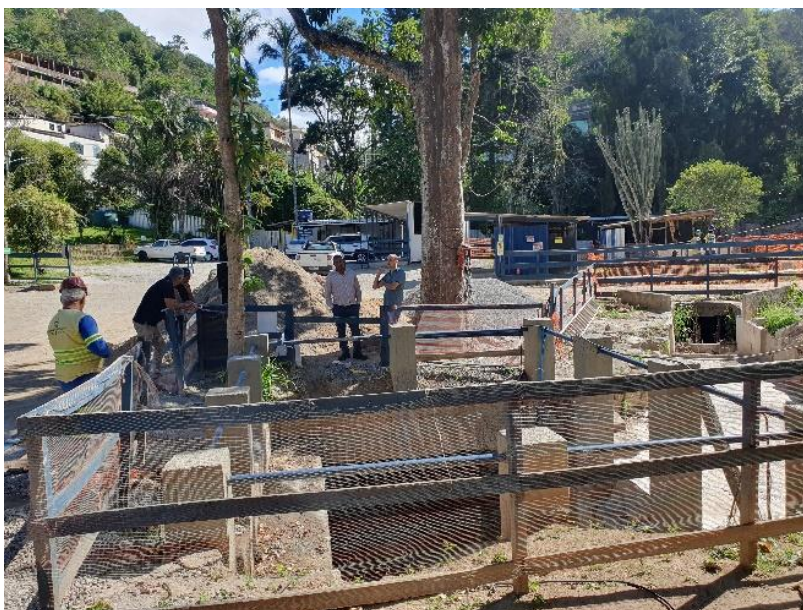


Figura 45 – Canteiro de obras do Túnel Extravasor
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



4.2 DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

O monitoramento hidrometeorológico em tempo real é o acompanhamento contínuo de condições meteorológicas e hidrológicas, como chuvas, níveis de rios, vazões e outros parâmetros relacionados ao clima e à água. Esse processo utiliza redes de estações automáticas, equipadas com sensores avançados, que coletam e transmitem dados instantaneamente para centrais de controle, através de tecnologia de telemetria.

O objetivo principal é fornecer informações atualizadas para identificar riscos de desastres naturais, como enchentes e deslizamentos, e apoiar a tomada de decisões em tempo hábil. Além de prevenir danos à população, esse monitoramento é fundamental para a gestão de recursos hídricos, planejamento urbano e segurança ambiental.

O sistema de monitoramento hidrometeorológico em tempo real de Petrópolis é realizado pelos seguintes órgãos:

- ❖ **INEA** (Instituto Estadual do Ambiental – RJ)
- ❖ **CEMADEN** (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais)
- ❖ **CEMADEN-RJ** (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais no estado do Rio de Janeiro)
- ❖ **INMET** (Instituto Nacional de Meteorologia)

Em relação ao monitoramento fluviométrico, este é realizado principalmente pelo INEA. De acordo com informações disponibilizadas no Sistema de Alertas, há 8 estações de monitoramento de cursos d'água do INEA, contemplando os rios indicados a seguir.

- Rio Palatinato (INEA)
- Rio Piabanha (INEA)
- Rio Quitandinha (INEA)
- Rio Cuiabá (INEA)
- Rio Santo Antônio (INEA)

4.2.1 Monitoramento realizado pelo INEA

O monitoramento é realizado pelo INEA através do Sistema de Alerta de Cheias, disponível em <<http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/mapa.php>>. O Sistema de Alerta de Cheias do INEA (Instituto Estadual do Ambiente) foi criado com o objetivo de monitorar e informar sobre a

possibilidade de chuvas intensas e inundações, a fim de prevenir danos materiais e perdas humanas. Este sistema permite emitir alertas antecipados para as autoridades e para a população, facilitando a tomada de decisões em situações de risco.

O sistema utiliza diferentes tipos de estações para realizar o monitoramento:

1. **Estações Pluviométricas:** Medem a quantidade de chuva que cai em determinado período, ajudando a identificar áreas com risco de alagamentos.
2. **Estações Fluviométricas:** Monitoram o nível dos rios e córregos, alertando sobre possíveis transbordamentos.
3. **Estações Meteorológicas:** Avaliam condições climáticas, como temperatura, umidade e vento, para prever eventos meteorológicos extremos.

O Sistema de Alerta de Cheias abrange diversas regiões do estado do Rio de Janeiro, com foco nas áreas mais suscetíveis a deslizamentos e inundações. As áreas prioritárias incluem a Região Metropolitana, a Baixada Fluminense, a Região Serrana e outras zonas de risco, onde o monitoramento constante é essencial para a prevenção de desastres naturais.

O município de Petrópolis é monitorado por 19 estações pluviométricas, sendo 8 fluviométricas, abrangendo os principais cursos d'água do município, os rios Piabanha, Quitandinha, Palatinato, Santo Antônio e Cuiabá, conforme detalhado na **Tabela 3**.

Tabela 3 – Estações Pluviométricas e Fluviométricas – INEA

Nome da Estação	Tipo	Curso d'água
1.Cel Veiga	Plu/Flu (hidrológica)	Plu/Flu (hidrológica)
2.Alto da Serra	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Palatinato
3.Centro	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Quitandinha
4.Bingen	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Piabanha
5.Corrêas - Igreja	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Piabanha
6.Nogueira	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Piabanha
7.Itaipava	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Santo Antônio
8.Cuiabá	Plu/Flu (hidrológica)	Rio Cuiabá
9.Independência	Plu	-
10.LNCC	Plu	-
11.Quitandinha	Plu	-
12.Morin	Plu	-
13.Barão do Rio Branco	Plu	-

Nome da Estação	Tipo	Curso d'água
14.Itamarati	Plu	-
15.Bonfim	Plu	-
16.Samambaia	Plu	-
17.Araras	Plu	-
18.Capim Roxo	Plu	-
19.Posse	Plu	-

Em vistoria técnica realizada ao município, foram acessados os locais onde atualmente encontram-se instaladas as estações hidrológicas do INEA, localizadas no rio Quitandinha, denominadas: Cel. Veiga e Centro. Ainda, localizou-se uma régua instalada em frente à Fábrica de Chocolate Patrone, que é utilizada pela Defesa Civil para o monitoramento do rio Quitandinha, sendo esta acessada pela câmera de segurança da CIMOP (Centro Integrado de Monitoramento e Operações de Petrópolis). Os registros fotográficos dos equipamentos que realizam a medição de chuva e nível do rio estão apresentados a seguir, sendo a **Figura 46** referente à régua em frente à Fábrica de Chocolate Patrone, a **Figura 47** a Estação Hidrológica INEA – Cel. Veiga e, a **Figura 48**, a Estação Hidrológica INEA – Centro.



Figura 46 – Régua em frente à Fábrica de Chocolate Patrone.
Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 47 – Estação hidrológica do INEA – Cel. Veiga. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 48 – Estação hidrológica do INEA – Centro. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

4.2.2 Monitoramento realizado pelo CEMADEN-RJ

O CEMADEN-RJ, criado pela Secretaria de Estado de Defesa Civil após o desastre de 2011 na Região Serrana, tem como objetivo aprimorar a atuação da Defesa Civil, não apenas na resposta, mas também na prevenção e preparação para desastres naturais. Com uma equipe técnica especializada, composta por meteorologistas, hidrólogos e geotécnicos, além de profissionais de TI, o CEMADEN-RJ oferece monitoramento abrangente e eficaz para todos os 92 municípios do estado.

Integrado ao Centro Integrado de Comando e Controle do Estado (CICC), o CEMADEN-RJ é responsável por fornecer dados e análises sobre fenômenos naturais que possam afetar o estado. A principal função do CEMADEN-RJ é integrar informações do Governo Federal, como o CEMADEN Nacional e o Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres (CENAD), com dados específicos dos municípios, para embasar a tomada de decisões das autoridades. Este avanço técnico representa um marco na gestão de desastres, contribuindo para a redução de óbitos causados por desastres naturais no Rio de Janeiro.

O CEMADEN-RJ realiza o monitoramento de todo o estado do Rio de Janeiro através de estações pluviométricas e fluviométricas, além de equipamentos de sirenes que compõem o sistema de alarme. No município de Petrópolis o órgão realiza o monitoramento através de 20 pluviômetros, e 2 linímetros localizados na bacia do rio Cuiabá (desativados), sendo os rios monitorados os rios Cuiabá e Santo Antônio, conforme indicado na **Tabela 4**. Entretanto, conforme informações fornecidas pelo órgão, as estações fluviométricas foram instaladas, porém não estão em operação.

Tabela 4 – Estações Pluviométricas e Fluviométricas – CEMADEN-RJ

Nome da Estação	Tipo	Curso d'água
1. 24 de Maio 2 - Morro do Estado	Alerta (sirene)	-
2. Ferroviários	Alerta (sirene)	-
3. Independência - Rua O	Alerta (sirene)	-
4. Quitandinha Amazonas	Alerta (sirene)	-
5. Quitandinha Ceará	Alerta (sirene)	-
6. Quitandinha Espírito Santo	Alerta (sirene)	-
7. Quitandinha Rio de Janeiro	Alerta (sirene)	-
8. São Sebastião 2 - Adão Brand	Alerta (sirene)	-
9. Sargento Boening	Alerta (sirene)	-
10. Simeria 1	Alerta (sirene)	-

Nome da Estação	Tipo	Curso d'água
11. Vila Felipe 2 - Chácara Flora	Alerta (sirene)	-
12. Buraco_sapo1	Chuva/Nível/Alerta	Rio Cuiabá
13. Gentio1	Chuva/Nível/Alerta	Rio Cuiabá/Rio Santo Antônio
14. 24 de Maio 1 - Rua Nova	Alerta/Chuva	-
15. Dr. Thouzet	Alerta/Chuva	-
16. Independência - Taquara	Alerta/Chuva	-
17. João Xavier	Alerta/Chuva	-
18. Quitandinha Duques	Alerta/Chuva	-
19. São Sebastião 1 - Vital	Alerta/Chuva	-
20. Vila Felipe 1 - Campinho	Alerta/Chuva	-

4.2.3 Monitoramento realizado pelo CEMADEN

O CEMADEN (Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais) é uma instituição vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, cujo principal objetivo é monitorar e emitir alertas sobre desastres naturais, como deslizamentos de terra, enchentes, secas e outros fenômenos geológicos e meteorológicos extremos no Brasil. O CEMADEN utiliza uma rede de sensores e sistemas de monitoramento para analisar dados em tempo real, fornecendo informações cruciais para a prevenção de desastres e a proteção da população. O monitoramento realizado pelo CEMADEN abrange todo o Brasil e está disponível em <https://mapainterativo.cemaden.gov.br/>.

A atuação do CEMADEN no monitoramento em tempo real envolve a coleta de dados, a análise dessas informações e a emissão de alertas e previsões. Para isso, o CEMADEN utiliza uma ampla rede de estações meteorológicas, pluviométricas, hidrológicas e geotécnicas instaladas em diversas regiões do país, que coletam informações sobre precipitação, níveis de rios, temperatura, umidade do solo, entre outros parâmetros. Esses dados são analisados em tempo real por meio de modelos matemáticos e sistemas de previsão, que identificam padrões capazes de indicar riscos iminentes de desastres naturais. Com base nessas análises, o CEMADEN emite alertas de risco direcionados às autoridades locais e à população, informando sobre a possibilidade de desastres e orientando sobre as ações preventivas necessárias. Os alertas são classificados em diferentes níveis de risco, permitindo que as medidas de resposta sejam ajustadas conforme a gravidade da situação. De acordo com informações disponíveis em seu site, no município de Petrópolis há 25

estações pluviométricas do CEMADEN, como mostra a **Tabela 5**. As informações sobre as estações podem ser obtidas a partir do mapa interativo, no link: <<https://mapainterativo.cemaden.gov.br/#>>, na Aba Download.

Tabela 5 – Estações Pluviométricas – CEMADEN

Nome da Estação	Tipo
1. Alto da Serra	Pluviômetro
2. Araras	Pluviômetro
3. Araras 2	Pluviômetro
4. CIEP Brizolão 281	Pluviômetro
5. CIEP Brizolão 137	Pluviômetro
6. Correias	Pluviômetro
7. Estrada da Cachoeira	Pluviômetro
8. Estrada do Brejal	Pluviômetro
9. Estrada do Cantagalo	Pluviômetro
10. Estrada Petrópolis/Teresópolis	Pluviômetro
11. Independência	Pluviômetro
12. Independência 2	Pluviômetro
13. Itaipava	Pluviômetro
14. Itaipava 2	Pluviômetro
15. Morin	Pluviômetro
16. Mosela	Pluviômetro
17. Nogueira	Pluviômetro
18. Pedro do Rio	Pluviômetro
19. Rua Amazonas/Quitandinha	Pluviômetro
20. Rua Araruama/Quitandinha	Pluviômetro
21. Rua Parana/Quitandinha	Pluviômetro
22. Vale do Cuiabá	Pluviômetro
23. Vale do Cuiabá 2	Pluviômetro
24. Vila Constância	Pluviômetro
25. Vila Rica	Pluviômetro

Em relação às estações pluviométricas (denominada, no site do CEMADEN, como estação hidrológica), em consulta ao site observou-se que não há estação hidrológica em Petrópolis, apenas em alguns municípios do estado do RJ, como mostra a **Figura 49**.

Download - Dados de PCDs Hidrológicas

UF
 RJ

Mês
 Janeiro

Confirmação de segurança
 Texto da imagem abaixo


Município
 Todos os municípios

- Todos os municípios
- ANGRA DOS REIS
- BELFORD ROXO
- DUQUE DE CAXIAS
- GUAPIMIRIM
- JAPERI
- MAGÉ
- MENDES
- QUEIMADOS
- RESENDE
- SÃO GONÇALO
- SÃO JOSÉ DO VALE DO RIO PRETO
- SUMIDOURO
- VOLTA REDONDA

Para obter os dados hidrológicos das Estações do CEMADEN proceda da seguinte forma: Escolha a **UF** (e opcionalmente um Município), **Mês** e **Ano**. Entre com seu **Nome**, endereço de **E-mail** e **Confirmação de segurança** nos locais apropriados. Após o preenchimento e o clique no botão **Download** será enviado um e-mail com um **link** para descarregar o arquivo com os dados mensais das estações da UF (ou Município) escolhido.

Figura 49 – Lista de municípios para os quais há estações fluviométricas do CEMADEN

4.2.4 Monitoramento realizado pelo INMET

O INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) é um órgão federal brasileiro vinculado ao Ministério da Agricultura e Pecuária, responsável por monitorar e prever as condições climáticas no Brasil. Fundado em 1909, o INMET desempenha um papel essencial na coleta e análise de dados meteorológicos para subsidiar a tomada de decisões em diversas áreas, como agricultura, transporte, energia e gestão de desastres naturais.

O INMET atua no monitoramento em tempo real através de uma rede de estações meteorológicas automáticas e convencionais distribuídas em todo o território nacional. Essas estações coletam, em tempo real, informações sobre temperatura, precipitação, velocidade e direção do vento, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e radiação solar. Com base nos dados e análises, o INMET emite boletins meteorológicos, previsões do tempo e alertas de condições climáticas adversas, como chuvas intensas, rajadas de vento, baixa umidade ou risco de geada. Esses alertas são direcionados a órgãos de defesa civil, agricultores,

transportadoras e à população em geral.

Os dados são disponibilizados em tempo real por meio de sua plataforma digital <<https://tempo.inmet.gov.br/TabelaEstacoes/A001>> e aplicativos, permitindo que a população e os setores estratégicos acessem informações atualizadas para planejamento e prevenção.

Em Petrópolis há uma estação do INMET chamada Pico do Couto, que consiste em uma estação meteorológica e que também mede chuva, conforme indicada na **Tabela 6**.

Tabela 6 – Estação Pluviométrica – INMET

Nome da Estação	Tipo
Petrópolis - Pico do Couto-A610	Meteorológica/Pluvio

4.2.5 Resumo do Sistema de Monitoramento em Tempo Real de Petrópolis

De forma resumida, o monitoramento hidrometeorológico em Petrópolis envolve uma ampla rede de estações e a atuação de diversos órgãos, incluindo INEA, CEMADEN, CEMADEN-RJ e INMET, totalizando 54 estações, que desempenham papéis complementares no acompanhamento das condições meteorológicas e hidrológicas no município. As principais estações e cursos d'água monitorados são:

- ❖ **Fluviométricas:** Rios Piabanha, Quitandinha, Palatinato, Cuiabá e Santo Antônio monitorados por 8 estações do INEA. Destaca-se que essas estações fluviométricas também medem precipitação, e fazem parte da rede apresentada no item abaixo;
- ❖ **Pluviométricas:** Distribuídas em 19 estações do INEA, 25 do CEMADEN e 9 do CEMADEN-RJ, cobrindo áreas estratégicas, como o Alto da Serra, Quitandinha, Itaipava, entre outras;
- ❖ **Meteorológicas:** A estação do Pico do Couto (INMET) fornece dados climáticos essenciais para a análise em tempo real.

O mapa da **Figura 50**, a seguir, apresenta a localização das estações mencionadas anteriormente. Ressalta-se que há maior concentração de estações do INEA e sirenes do CEMADEN no 1º Distrito – Petrópolis.

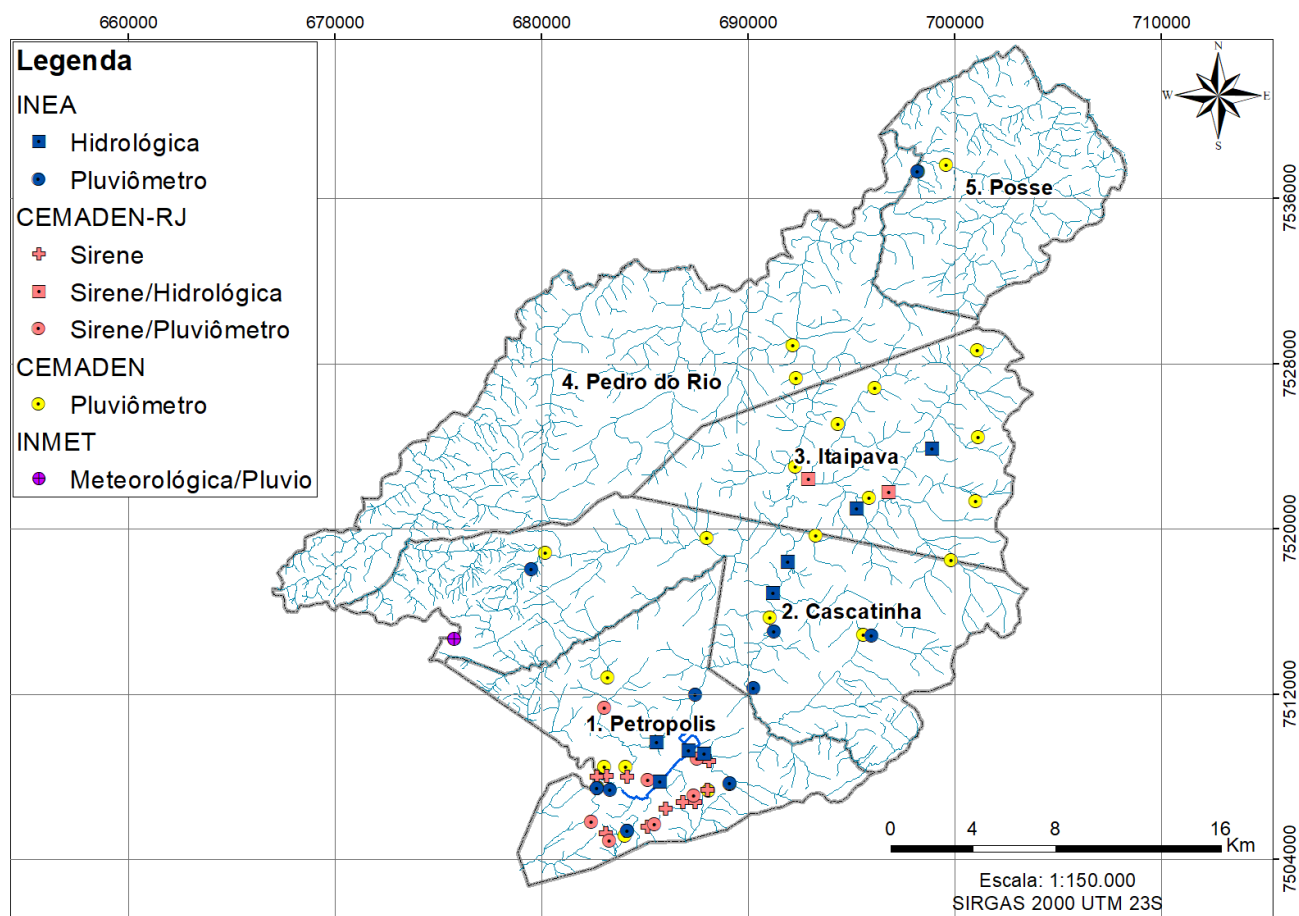


Figura 50 – Localização das Estações que Compõem a Rede de Monitoramento Hidrometeorológico em tempo real do Município de Petrópolis. Fonte: Elaboração própria

4.3 DIAGNÓSTICO DAS ESTRUTURAS INSTITUCIONAIS E OPERACIONAIS

4.3.1 Estrutura Municipal

A eficiência na operação, manutenção e gestão dos sistemas de drenagem urbana está diretamente relacionada à integração e ao desempenho das estruturas institucionais e operacionais de uma prefeitura. Nesse contexto, o diagnóstico dessas estruturas é essencial para compreender as capacidades, limitações e interrelações entre os diversos órgãos municipais envolvidos. Este capítulo apresenta uma análise das principais secretarias e companhias que desempenham funções estratégicas no planejamento, execução e manutenção dos sistemas de drenagem.

Serão abordadas as atribuições e estruturas dos órgãos e empresas identificadas como principais atores na gestão municipal da drenagem de Petrópolis, e indicadas no

organograma geral da **Figura 51**.

A Secretaria de Obras é, atualmente, responsável pela manutenção da infraestrutura do município; a COMDEP exerce papel crucial na manutenção da funcionalidade dos sistemas de drenagem; a Secretaria de Meio Ambiente possui atuação nas ações que visam a preservação ambiental; a Secretaria de Defesa Civil atua no monitoramento e gestão de riscos relacionados a eventos hidrológicos extremos; e a Secretaria de Planejamento, é responsável por alinhar as iniciativas às diretrizes gerais de desenvolvimento urbano, bem como gerenciar os dados georreferenciados do município.

A análise destas estruturas busca identificar pontos fortes e fragilidades institucionais e operacionais, bem como propor estratégias de aprimoramento para garantir a eficiência na manutenção e operação dos sistemas de drenagem.

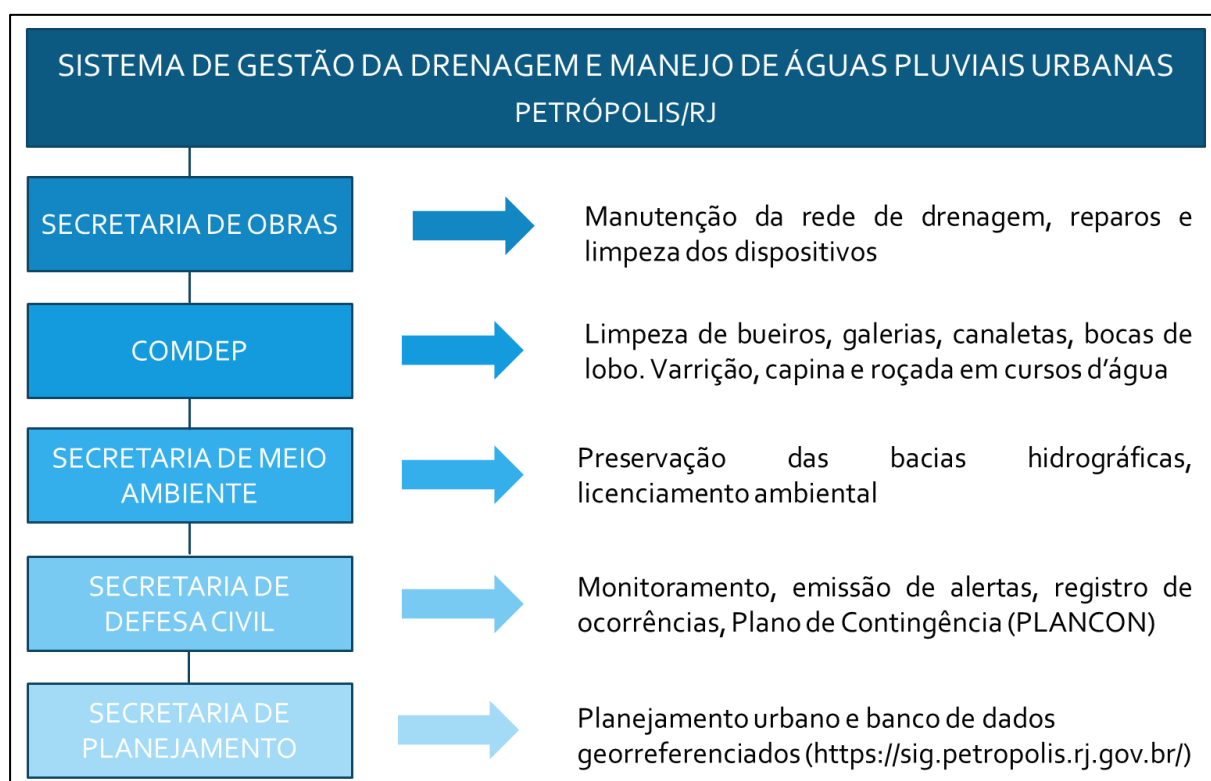


Figura 51 – Organograma Geral do Sistema Municipal de Gestão da Drenagem de Petrópolis

4.3.1.1 Secretaria Municipal de Obras (SMO)

No âmbito da drenagem urbana, a Secretaria de Obras (SMO) é responsável pelas manutenções corretivas, obras de reparo e limpeza dos dispositivos de drenagem do



município. As ações são realizadas diariamente, consistindo em reparos pontuais e emergenciais de acordo com as observações de campo, bem com da demanda decorrente de solicitações tanto de outras secretarias, quanto da sociedade civil.

Atualmente a sede da Secretaria de Obras fica localizada na Rua Teresa, 1515 - Alto da Serra - (Hipershopping Petrópolis - Centro Administrativo Frei Antônio Moser).

A estrutura organizacional da SMO é composta por secretário, subsecretário, diretores administrativos, financeiros, operacionais, de manutenção viárias, dentre outros, bem como coordenações técnicas, assistentes, gerentes, supervisores, encarregados e equipes de campo, conforme apresentado no organograma no **ANEXO I**. Embora o atual secretário de Obras de Petrópolis, em 2025, seja o Sr. Mauricio Hoelz Veiga, a seguir são apresentados os nomes dos profissionais que integraram a equipe responsável pelas reuniões técnicas e vistorias realizadas ao longo de 2024, com vistas à elaboração deste documento.

- **Secretária de Obras (2024):** Vyrna Jacomo de Abreu Nunes
- **Subsecretário de Obras (2024):** Aldir Cony dos Santos Filho
- **Diretor do Departamento Operacional (2024):** Ericson Couto Lobato;
- **Diretor do Departamento de Manutenção Viária (2024):** Carlos Henrique Muller
- **Diretor do Departamento de Licenciamento (2024):** Jose Carlos Cabral Pereira

É importante destacar que a equipe mencionada representa os profissionais da SMO até o final do ano de 2024. Com a mudança de governo no início de 2025, algumas modificações foram feitas e, atualmente, o Secretário de Obras é o Maurício Veiga.

Em relação à equipe para a manutenção dos dispositivos de drenagem, em 2024, a secretaria trabalhava com 5 equipes de 4 pessoas cada, totalizando 20 pessoas que eram divididas diariamente para atender às demandas do município. Eram preenchidas fichas com as divisões diárias das equipes, como mostra a **Figura 52** para o dia 12/01/2024, onde eram descritos os nomes dos encarregados, os bairros e localidades atendidas, e as observações acerca do serviço executado. Todas as fichas referentes ao ano de 2024 fornecidas pela secretaria estão apresentadas no **ANEXO II**. Atualmente o município utiliza cadastro das demandas contendo informações como endereço, data da vistoria, descrição do problema a ser solucionado, o status do serviço, bem como outras informações, conforme consta na Lista de Demandas 2025 do **ANEXO III**.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PETRÓPOLIS - SECRETARIA DE OBRAS-PÁTIO DE MANUTENÇÃO VIÁRIA 12/01/24					
ENCARREGADO	Bairro	OS	Local		OBSERVAÇÕES
Helio Magro	D. SILVEIRA		RUA HERNANDES DA SILVEIRA / R. JOÃO DE LACERDA		DESDENTENÇÃO DE REDE
Carlos Augusto	—	—	—	—	—
41 Carlos Ervil	VALPARAÍSO	31720	RUA JOÃO DESCRAGNOLLE	5	CONST. DE BARRA DE ADESSÃO
42 Carlinhos	MOSELA	31721	RUA CANDIDO PORTINARI	2	REDE
28 Hidelbrando	QUINTANILHA	31697	RUA JOSEVIM RODOLO	1	REDE
60L Jorginho	FRAGOSO	31675	VILA SANTOS		CONST. DE REDE
50 Vinicius	CARANGOLA	31702	EST. DO CAETITU / RUA JUFANTE DOM HENRIQUE		SONDAGEM
31 Luis	RETIRA	31693	RUA FELIPE CAMARÃO		CONST. DE MURETA
39 Paraibinha	CENTRO	3428	RUA DO IMPERADOR	7	MANUT. CALÇADAS
28 Gerson	CEL VEIGA	31534	RUA CEL VEIGA	4	MANUT. MURO E CALÇADA
Marquinho	—	—	—	—	—
Anízio	MOSELA	31721	RUA CANDIDO PORTINARI		após as Corridores
Robson	—	—	—	—	—
Ricardo	VALPARAÍSO	31713	AV. PORTUGAL		após as Alameda
Marcelão	VALPARAÍSO	31713	AV. PORTUGAL		CONST. DE FAIXA DE PAREDE
Maurílio	VALPARAÍSO	31713	—	—	—
33 Diego	CENTRO	31722	PRACA RUI BARBOSA		LEVANTAMENTO DE MEIO FIO
24 Lucão	BINGEN	31723	RUA PEDRO WINTER		CALÇAMENTO
Targino	—	—	FÉRIAS	—	—
Nilson	—	—	FÉRIAS	—	—
Sergio	—	—	—	—	—
Helio Duques	VALPARAÍSO	31717	RUA JOAQUIM GOMESORA	1 + 1	INST. DE TAMPÃO
RONALDO	BOA VISTA	31724	Rua Valentim Ozorio da Silva FORNECIMENTO	2	MANUT. REDE

Figura 52 – Modelo de Ficha de Distribuição Diária de Equipes para os Serviços de Manutenção Realizados pela Secretaria de Obras (SMO) de Petrópolis

Os atendimentos às demandas são realizados por telefone e presencialmente, com o registro detalhado das informações em papeletas. As solicitações recebidas por e-mail são impressas, respondidas diretamente ao solicitante e também registradas e respondidas via sistema SEI. Após o recebimento da solicitação, é realizada uma vistoria no local e feita uma triagem para priorizar os casos mais urgentes para execução imediata.

Em relação à equipe de manutenção viária, atualmente esta é composta por um total de 3 engenheiros civis, 15 encarregados, 2 bombeiros hidráulicos, 30 pedreiros, dentre outros profissionais que são distribuídos de acordo as regionais de Duque de Caxias, Quissamã, Oficina, Itaipava e Posse, conforme apresentado na Relação de Funcionários no ANEXO III.

Destaca-se que parte da mão de obra que atua nos serviços de manutenção da drenagem é cedida pela COMDEP, porém não foi fornecido o quantitativo exato desses profissionais.

Quanto aos equipamentos e veículos utilizados para a execução dos serviços de manutenção, ao analisar o Relatório de Transportes da Secretaria de Obras fornecido pela secretaria e constante no **ANEXO III**, observa-se que, entre os principais equipamentos

estão caminhão basculante, carroceria *munck*, retroescavadeira, motoniveladora, conforme apresentado na **Tabela 7**. A contabilização desses equipamentos resultou em um total de 36 veículos e equipamentos ativos. Atualmente, parte desse maquinário apresenta defeitos ou estão fora de operação, comprometendo a agilidade e a abrangência dos serviços prestados.

Tabela 7 – Lista de equipamentos utilizados pela Secretaria de Obras.
Fonte: Relatório de Transportes da Secretaria de Obras (ANEXO III)

TIPO	MODELO	QTDADE TOTAL	ATIVO	INATIVO
CAMINHÕES	BASCULANTE	16	12	4
CAMINHÕES	CARROCERIA MUNCK	2	1	1
CAMINHÕES	CONJUGADO (ÁGUA E ESGOTO)	2	-	2
CARROS	DOBLÔ	1	-	1
CARROS	FORD F1000	1	-	1
CARROS	GOL	4	4	-
CARROS	PALIO	1	-	1
CARROS	RENAULT CLIO	2	2	-
CARROS	SANDEIRO	3	3	-
CARROS	SAVEIRO	3	1	2
CARROS	WOLKS SAVEIRO	1	1	-
EQUIPAMENTO	COMPACTADOR	1	-	1
EQUIPAMENTO	COMPRESSOR	2	1	1
EQUIPAMENTO	FÁBRICA DE BLOCO	1	-	1
EQUIPAMENTO	GERADOR	1	-	1
EQUIPAMENTO	MAQUITÃO	1	-	1
EQUIPAMENTO	ROLO COMPACTADOR	3	2	1
EQUIPAMENTO	USINA ASFALTO A FRIO	1	-	1
MAQUINÁRIO	MINI CARREGADEIRA	2	1	1
MAQUINÁRIO	MOTO NIVELADORA	2	1	1
MAQUINÁRIO	PÁ CARREGADEIRA	5	4	1
MAQUINÁRIO	RETROESCAVADEIRA	4	2	2
MAQUINÁRIO	TRATOR	1	1	-
MOTOS	HONDA	1	-	1
MOTOS	KASINSKI	1	-	1
MOTOS	YAMAHA	1	-	1
TOTAL	-	63	36	27

Ainda, no **Anexo III**, são apresentados os quantitativos dos serviços realizados pelo Departamento de Manutenção Viária da Secretaria de Obras nos seguintes trimestres: Trimestre 1: outubro, novembro e dezembro de 2024; Trimestre 2: janeiro, fevereiro e março de 2025; Trimestre 3: abril, maio e junho de 2025.

Destaca-se que o serviço classificado genericamente como “Drenagem” correspondeu aos seguintes percentuais do total de atendimentos realizados em cada trimestre:

- Trimestre 1: 2,3%;
- Trimestre 2: 8,8%;
- Trimestre 3: 7,1%.

Entretanto, ao se analisar os demais serviços executados pelo referido departamento, observa-se que outras categorias podem estar relacionadas à drenagem, ainda que de forma indireta, como “Ralo”, “Manutenção de Rede”, “Ponte” e “Meio-fio”. Ao somar esses serviços ao de “Drenagem”, os percentuais totais relacionados a atividades possivelmente ligadas à drenagem foram:

- Trimestre 1: 55,6%;
- Trimestre 2: 99,4%;
- Trimestre 3: 87,4%.

Conclui-se, portanto, que os serviços com potencial relação com drenagem representaram uma parcela significativa dos atendimentos, especialmente nos trimestres 2 e 3. No entanto, cabe ressaltar que não é possível afirmar com precisão que o item “Manutenção de Rede” se refere à rede de drenagem, uma vez que o relatório não especifica o tipo de infraestrutura contemplada.

A Secretaria de Obras apontou os principais motivos que demandam manutenção dos sistemas de drenagem, e os pontos informados foram:

- ❖ Problemas relacionados à declividade;
- ❖ Desgaste das redes que, atualmente, se encontram obsoletas;
- ❖ Lançamento de resíduos e de efluentes domésticos de maneira irregular;
- ❖ Assoreamento dos cursos d’água e das galerias;
- ❖ Dificuldade de acesso à rede devido à urbanização.

Esses fatores destacam a necessidade de intervenções regulares e melhorias na gestão e operação dos sistemas de drenagem, a fim de garantir maior eficiência e sustentabilidade dos serviços. De acordo com informações repassadas pela SMO, os bairros de Bingen, Quitandinha e Alto da Serra são os que apresentam maior volume de demandas, devido aos elevados índices pluviométricos nessas regiões e às dificuldades de acesso a determinados locais que necessitam de intervenções emergenciais. Nesse sentido, a atuação contínua da Secretaria de Obras é essencial para a recuperação e correto funcionamento dos sistemas de drenagem.



4.3.1.2 Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP)

A COMDEP, fundada pela Lei 3.752 de 01/12/1975, é uma empresa de economia mista, tendo como principal acionista a Prefeitura Municipal de Petrópolis. Ela abrange todo o município, prestando diversos serviços, como manutenção viária, capina, varrição, limpeza de bueiros, dentre outros.

A sede da empresa está situada no bairro Quitandinha, na Rua General Rondon, 400b, o que garante acesso fácil ao centro da cidade, aos distritos (via BR-040) e a todos os bairros do município. O centro administrativo abriga todas as diretorias, oficina e pátio de veículos.

Atualmente, a COMDEP conta com mais de 1.900 funcionários, alocados nas áreas administrativa e operacional, que executam diversos serviços, incluindo:

- **Disque Entulho:** Remoção de resíduos de construção civil em diferentes localidades;
- **Capina:** Limpeza e manutenção de vias públicas e calçadas;
- **Coleta Seletiva:** Coleta, separação e destinação de materiais recicláveis, contribuindo para a preservação ambiental;
- **Varrição:** Manutenção da limpeza de ruas, praças e demais espaços públicos;
- **Limpeza de Terminais:** Higienização de terminais de ônibus e áreas de grande circulação;
- **Manutenção Viária:** Reparos em vias urbanas para garantir a segurança e a trafegabilidade;
- **Roçada:** Corte e limpeza de vegetação em áreas públicas;
- **Paisagismo:** Manutenção de jardins, praças e projetos de arborização;
- **Serviços Emergenciais:** Resposta rápida às situações emergenciais, tais como: enchentes, queda de barreiras e/ou árvores, etc;
- **Eventos:** Apoio logístico e operacional em eventos promovidos na cidade.

No que tange ao sistema de drenagem pluvial, a COMDEP atua realizando a limpeza de bueiros, canaletas e bocas de lobo, bem como varrição, limpeza de vias e passeios, e capina das vias públicas, incluindo a limpeza da vegetação nos taludes, margens e calhas dos cursos d'água.

A estrutura organizacional da COMDEP está apresentada no **ANEXO IV**, e conta com o



conselho, a presidência, bem como diretorias e gerências que abrangem setores administrativos, financeiros, de saneamento, de manutenção viária, dentre outros.

Os profissionais que participaram das reuniões técnicas e que ofereceram apoio mais direto para a elaboração do Plano no ano de 2024 estão listados a seguir:

- **Diretor Técnico Industrial (2024):** Wanderley da Rocha Branco
- **Presidente da Comissão de Fiscalização (2024):** Ronaldo Augusto da Rocha
- **Fiscalização técnica (setor de qualidade da água e esgoto) (2024):** Paulo Roberto Mussel
- **Supervisor de limpeza de bueiros e canaletas (2024):** Paulo Tâmbara
- **Engenheira ambiental (atuação em aterros) (2024):** Maria Bevilacqua Alves
- **Engenheiro mecânico (atuação na fiscalização do abastecimento de água) (2024):** João Raimundo da Costa Araújo

Ressalta-se que a equipe acima retrata a composição da COMDEP até o final de 2024. Com a mudança de governo em 2025, a atual presidência é liderada pela Diretora-Presidente Fernanda Ferreira, e a atual Diretora Técnica Industrial é a Engenheira Civil - Karoline Caetano da Silva.

Os serviços são realizados tanto de maneira corretiva, atendendo às solicitações da sociedade e de outros setores municipais, quanto preventiva, buscando minimizar o acúmulo de sedimentos, vegetação e resíduos que possam vir a causar obstruções nas redes de drenagem.

Atualmente, a COMDEP realiza saídas diárias para a limpeza dos dispositivos de drenagem, contando com um total de 13 funcionários responsáveis pela limpeza manual. Esses colaboradores são distribuídos pelo município conforme a demanda e a necessidade diária. A limpeza manual consiste na remoção da tampa do bueiro, e, com o auxílio de escavadeira e pá, os trabalhadores retiram a sujeira acumulada, colocando-a em sacos plásticos, que são amarrados. O caminhão da equipe operacional passa para recolher esse material retirado dos bueiros. Quando a limpeza não pode ser realizada devido a obstruções na rede, é utilizado o caminhão Vac-All, que, por meio de hidrojateamento, tenta romper a barreira e desobstruir a rede. Caso essa operação não seja bem-sucedida, é registrado o incidente e formalizado um ofício para a Secretaria de Obras, a fim de que sejam tomadas as



providências necessárias.

A relação de todos os atendimentos realizados pela COMDEP, entre os meses de janeiro a julho de 2025, pode ser observada no **ANEXO V**. Segundo os dados apresentados no anexo, no mês de janeiro o quantitativo total de dispositivos atendidos foi de 1.557 bueiros, 109 canaletas e 101 bocas de lobo. O gráfico da **Figura 53**, a seguir, apresenta o número total de bueiros dispositivos por bairro, no mês de janeiro de 2025, indicando que os bairros mais atendidos foram Centro (195), Quissamã (128) e Alto da Serra (120), todos localizados no Distrito-Sede. Considerando as 3 topologias apresentadas (bueiros, canaletas e bocas de lobo), analisando o atendimento diário de dispositivos, observa-se uma eficiência média de 84 dispositivos limpos por dia pela COMDEP, com total de 1.768 no período de 21 dias.

A COMDEP atua também nos serviços emergenciais, realizando a limpeza dos dispositivos após ventos de chuvas intensas. Em consulta à empresa, foi informado que há previsão de intensificação das ações no verão. De acordo com as informações fornecidas pela COMDEP, não há um planejamento oficial de limpeza, baseando-se, portanto, no cronograma físico apresentado no **ANEXO VI**.

Quanto aos serviços desempenhados pela COMDEP, destaca-se a sua atuação no Programa de Limpeza e Manutenção de Bueiros e Manilhas, disponível no **ANEXO VI**. O Programa foi estabelecido após reunião entre o Ministério Público, o Juiz da 4ª Vara Cível, a Prefeitura e a COMDEP, em decorrência dos impactos relacionados às chuvas extremas ocorridas neste mesmo ano, em especial às chuvas de fevereiro e março de 2022. Teve início em novembro de 2022, como o objetivo inicial de realizar a limpeza de todos os bueiros da cidade em 3 meses. Sendo assim, a 1ª etapa do programa foi realizada de nov./2022 a fev./2023, através de uma força-tarefa para a limpeza dos bueiros do município. No entanto, o programa teve continuidade, sendo a 2ª etapa desenvolvida entre nov./2023 e jan./2024, a 3ª etapa de mai./2024 a dez./2024 e a 4ª etapa contempla os meses de set./2024 a abr./2025.

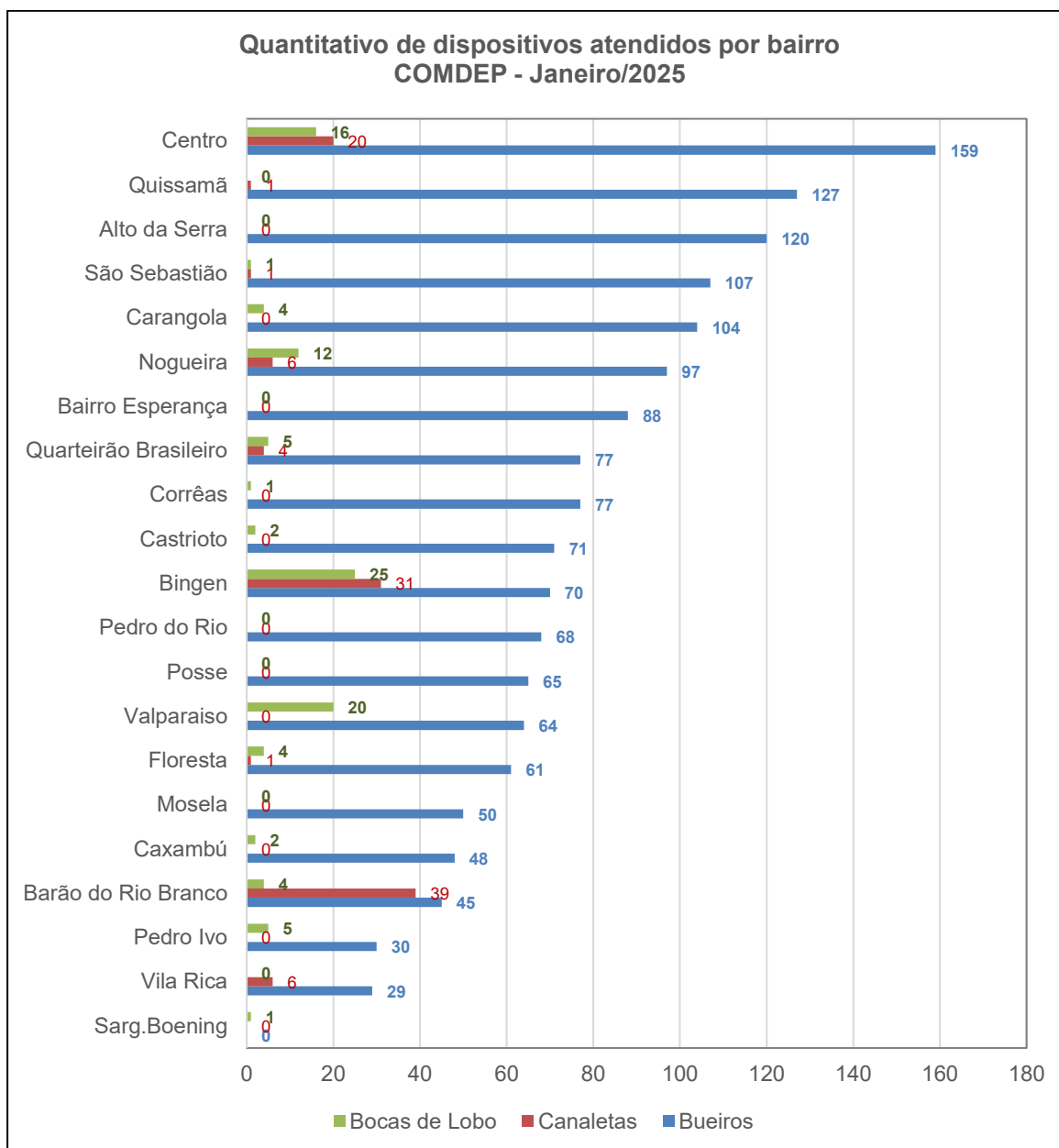


Figura 53 – Quantitativo de dispositivos atendidos pela COMDEP no mês de janeiro/2025
Fonte: COMDEP (2025)

O Cronograma Físico de todas as etapas do programa está resumido na **Tabela 8**, que inclui a equipe técnica mobilizada para a execução dos serviços, sendo a equipe principal composta por funcionários e encarregados, a equipe de apoio pelo supervisor geral, assistente administrativo, motorista e ajudante de caminhão. Quanto aos equipamentos, tem-se caminhões vac-all, van e pick-up.

É importante ressaltar que, para a execução da 1ª Etapa do Programa, foram montadas 3 equipes (A, B e C), cada uma composta por 14 funcionários. Segundo informações



fornecidas pela empresa, esse número foi sendo gradualmente reduzido à medida que os funcionários contratados foram dispensados, culminando com a extinção do contrato. Porém, com a retomada das atividades em nov./2023 na 2ª Etapa do Programa, duas equipes foram montadas (A e B), com 17 funcionários cada uma, conforme distribuição apresentada na **Tabela 8**. Posteriormente, nas 3ª e 4ª Etapas, observa-se que foi montada apenas uma equipe (A), com 15 funcionários, indicando a redução de equipe.

De acordo com informações fornecidas pela COMDEP, no âmbito da 1ª etapa do programa, a equipe inicial de 14 colaboradores foi sendo gradualmente reduzido à medida que os funcionários contratados foram dispensados, culminando com a extinção do contrato. Neste período (nov./2022 a fev./2023) a equipe realizou a limpeza de 13.257 bueiros e 2.312 bocas de lobo em toda a cidade, como mostra a **Tabela 8** e o **ANEXO VII**.

Ao analisar o cronograma, observa-se que as primeiras áreas a serem atendidas estão localizadas no 1º Distrito, como Bingen, Centro, Coronel Veiga, Quitandinha, dentre outras. Porém, todo o município está contemplado no planejamento.

De acordo com o cronograma do **ANEXO VII**, as localidades que apresentaram o maior número total de dispositivos (bueiro e boca de lobo) contempladas na 1ª etapa do Programa de Limpeza dos Bueiros foram: Quitandinha (1.437); Centro (1.366), Bingen (1.245), Corrêas (1.109). Para as demais etapas, os quantitativos dos dispositivos não foram informados pela COMDEP.



Tabela 8 – Resumo do Cronograma Físico das 4 Etapas do Programa de Limpeza e Desobstrução de Bueiros. Fonte: Elaborado com base em dados fornecidos pela COMDEP

Etapas	1ª Etapa			2ª Etapa		3ª Etapa	3ª Etapa-cont.	4ª Etapa	4ª Etapa-cont.
Período	Nov/22 - Fev/23			Nov/23 - Jan/24		Mai/24 - Ago/24	Set/24 - Dez/24	Set/24 - Dez/24	Jan/25 - Abr/25
Equipe	A	B	C	A	B	A	A	A	A
Prazo Exec. (dias)	79	77	72	61	60	68	70	68	70
Nº bueiros previstos/km	28	28	28	Não informado		Não informado	Não informado	Não informado	Não informado
Coefficiente de produção previsto (bueiros/dia/equipe)	75	75	75	Não informado		Não informado	Não informado	Não informado	Não informado
Efetivo de equipe (funcionários)	14	14	14	12 funcionários + 1 encarregado Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista + 2 ajud. caminhão	12 funcionários + 1 encarregado Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista + 2 ajud. caminhão	10 funcionários + 2 encarregados Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista	10 funcionários + 2 encarregados Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista	10 funcionários + 2 encarregados Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista	10 funcionários + 2 encarregados Apoio: 1 supervisor geral + 1 assistente administrativo + 1 motorista
Equipamentos	Não informado			1 caminhão vac-all + 1 carroceria fixa	1 caminhão vac-all + 1 carroceria fixa	2 caminhões vac-all + 2 vans + 2 pick-up	2 caminhões vac-all + 2 vans + 2 pick-up	2 caminhões vac-all + 2 vans + 2 pick-up	2 caminhões vac-all + 2 vans + 2 pick-up
Nº dispositivos atendidos	15.569			Não informado	Não informado	Não informado	Não informado	Não informado	1.768

Considerando as tipologias apresentadas (bueiros, canaletas e bocas Em visita à sede da COMDEP, no bairro Quitandinha, foi possível identificar alguns veículos e equipamentos, destacados nas imagens a seguir.



Figura 54 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP
Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024



Figura 55 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP
Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024



Figura 56 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP
Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024



Figura 57 – Equipamentos e Veículos Utilizados pela COMDEP
Fonte: Vistoria técnica realizada em 12/12/2024

No momento da vistoria técnica ao município realizada no dia 06/11/2024, foi possível conferir o trabalho da COMDEP, conforme mostra a **Figura 58** abaixo, onde estava sendo feita o serviço de roçada na calha do rio Quitandinha. Conforme relatados pelos técnicos da COMDEP, os resíduos que mais comumente obstruem a rede de drenagem são sedimentos (areia, lama), resíduos sólidos, esgoto, vegetação, folhas secas e entulho, corroborando com o que foi observado nas vistorias e apresentado no **item 4.1**.

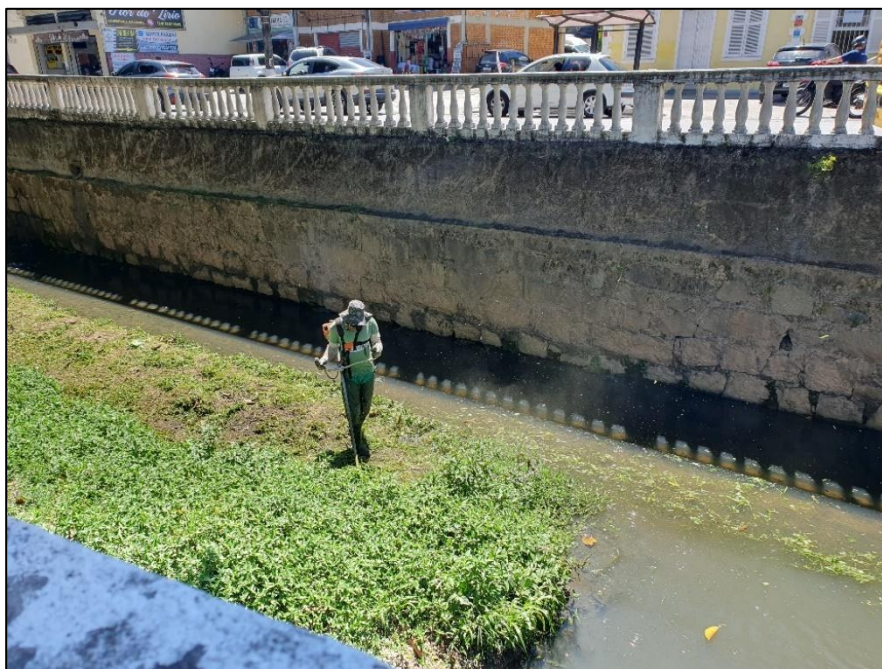


Figura 58 – Serviço de Capina dentro do Rio Quitandinha, nas proximidades da Ponte Fones, um Ponto Crítico de Inundações. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024.

Como mencionado, os resíduos das limpezas são colocados em sacos plásticos e destinados para a coleta domiciliar do município (**Figura 61**), sendo posteriormente encaminhados para o aterro sanitário licenciado em Três Rios sito a BR 040 – Km 17 – Sítio São Jorge – Moura Brasil. Destaca-se a necessidade de pensar em soluções mais sustentáveis ambientalmente em substituição a essas embalagens, bem como a otimização da sua utilização, evitando que estes sejam descartados sem que seu volume total seja aproveitado.

Nas reuniões técnicas também foi informado que, quando a COMDEP detecta algum ponto com necessidade de manutenção que não pôde ser solucionada pela equipe de limpeza, esta solicitação é encaminhada para a Secretaria de Obras. No que diz respeito aos registros desses encaminhamentos, a COMDEP forneceu a lista de locais que tiveram as ruas desobstruídas pela Secretaria de Obras, no período de janeiro de 2025, totalizando 18 locais, como mostra a **Tabela 9**.

Tabela 9 - Ocorrências relatadas pela COMDEP à Secretaria de Obras
Fonte: COMDEP, 2025

Item	Local	Ocorrência
1	Rua Domingos José Martins, 885. Bonsucesso. (Rua ao lado do Armazém do Grão, antes da Água do Imperador)	Tampa da caixa de passagem quebrada.
2	Rua Osvero Carmo Vilaça, 02, Chácara Flora.	Bueiro precisando de reparo.
3	Rua Osvero Carmo Vilaça, 607, Chácara Flora (Próximo ao lote 29-A)	Bueiro precisando de reparo.
4	Rua Osvero Carmo Vilaça, 05, Chácara Flora.	Bueiro precisando de reparo na tampa.
5	Rua Domingos Nogueira, 06, Corrêas.	Bueiro precisando de reparo devido afundamento da via.
6	Rua Francisco Patuléia, em frente ao 173.	Precisando de reparo na grade.
7	Rua Dr. João Barcelos, próximo ao 765.	Precisando de reparo no bueiro.
8	Brigadeiro Castrioto, próximo ao 1955.	Reparo de bueiro.
9	Rua Waldemar Vieira Afonso, Carangola.	Bueiros precisando de reparo nas tampas.
10	Rua Alberto de Oliveira, próximo ao 776.	Precisando de reparo em bueiro.
11	Rua José Joaquim Rodrigues, 103 (Paiolinho).	Bueiro obstruído.
12	Rua dos Ferroviários, em frente ao número 17.	Bueiro obstruído.
13	Rua General Rondon, 393. (Próximo à COMDEP)	Rua cedendo por baixo do bueiro.
14	Rua do Imperador, 263, Centro. (Próximo à Drogaria Cristal)	Boca de lobo obstruída.
15	Rua Coronel Veiga, em frente ao Instituto Teológico.	Tampa de canaleta precisando de troca.
16	Rua Chile, em frente ao número 121, do lado direito da pista.	Bueiro necessitando de troca de tampa.
17	Rua do Imperador, 541. (Próximo ao Grande Hotel, Centro)	Rede obstruída.
18	Rua General Rondon, 1004. (Próximo à loja Tem Tudo)	Reparo em bueiro que está cedendo na via.

A seguir são apresentados alguns registros fotográficos de limpezas de bocas de lobo e bueiros realizados pela COMDEP, no município de Petrópolis.

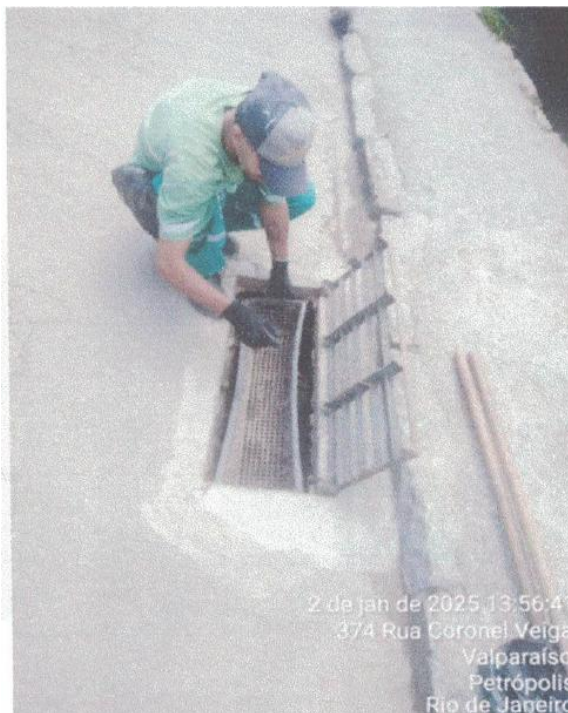


Figura 59 – Limpeza de dispositivos de drenagem urbana pela COMDEP, em janeiro de 2025.
Fonte: COMDEP (2025)



Figura 60 – Limpeza de dispositivos de drenagem urbana pela COMDEP, em janeiro de 2025.
Fonte: COMDEP (2025)

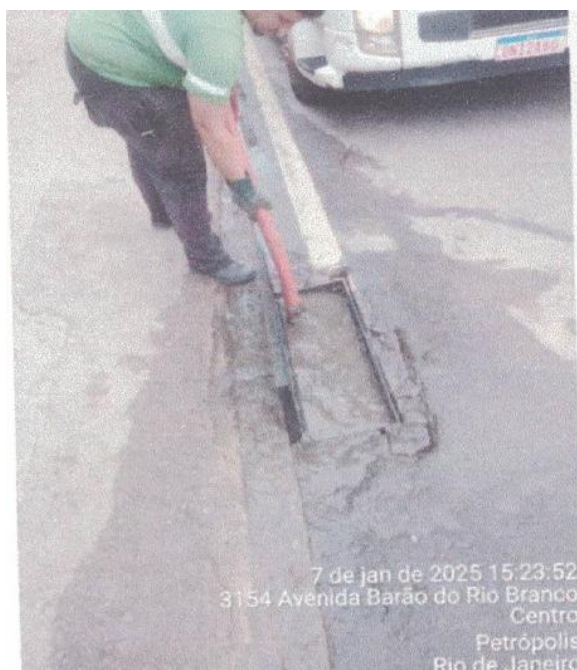


Figura 61 – Limpeza e desobstrução de rede de drenagem com caminhão Vac-All.
Fonte: COMDEP (2025)



Figura 62 – Limpeza e acondicionamento de resíduos e detritos em sacos plásticos.
Fonte: COMDEP (2025)

Foram relatadas algumas dificuldades com os serviços, especialmente em relação à mão de obra, sendo estabelecidas comparações com a Secretaria de Obras, que possui equipe



técnica e operacional mais qualificada quando comparada à COMDEP.

Um ponto crítico comentado em reunião foi o fato da Águas do Imperador (junto ao INEA) aproveitar os cursos d'água como atalho para passar as tubulações de esgoto, ocasionando obstrução na calha e propiciando o acúmulo de resíduos. Dessa maneira, isso dificulta o acesso de maquinário para limpeza da calha dos rios.

A COMDEP informou que possui registros mensais de todos os serviços realizados, bem como faria um Relatório de Transição, considerando a mudança de governo. Também se comprometeu a fornecer esses materiais.

Quando questionados sobre quais melhorias entendem como essenciais, a COMDEP citou as seguintes necessidades atuais:

- ❖ Caminhão de apoio para recolher o material que é retirado dos bueiros;
- ❖ Veículo de apoio para transportar a equipe;
- ❖ Veículo de apoio para transportar ferramentas.

Logo, observa-se que, além de demais necessidades identificadas pela equipe técnica ao longo da elaboração do plano, atualmente a empresa precisa de veículos para melhorar a execução dos seus serviços.

4.3.1.3 Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMA)

A Secretaria de Meio Ambiente de Petrópolis (SMA) desempenha um papel fundamental na gestão e no ordenamento ambiental do município, garantindo o equilíbrio entre o desenvolvimento urbano e a preservação dos recursos naturais. Dentre suas atribuições, destaca-se a atuação no licenciamento ambiental de grandes empreendimentos, um processo essencial para assegurar que obras de infraestrutura sejam conduzidas de forma sustentável e em conformidade com a legislação vigente.

Atualmente, o Secretário de Meio Ambiente de Petrópolis é o Albano Batista Filho. A SMA fica localizada na Rua Teresa, 1515 - Alto da Serra - (Hipershopping Petrópolis - Centro Administrativo Frei Antônio Moser), e a sua estrutura está apresentada no organograma do **ANEXO VIII**. A seguir, apresenta-se a equipe que integrava a SMA em 2024 e que participou das reuniões, bem como da elaboração e revisão deste Produto 2.

- **Engenheiro Ambiental (2024):** Rafael Cyrne



- **Engenheiro Sanitarista (2024):** Jefferson Miranda
- **Assessor Técnico (2024):** Robson Antônio da Silva

Como forma de orientar os requerentes quanto ao licenciamento de novas construções, vilas, grupamentos de edificações e loteamentos, a Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SMA) elaborou uma lista de documentos específicos a serem apresentados. Além dos documentos administrativos, são exigidos itens como o memorial descritivo com a caracterização do empreendimento e a indicação do zoneamento conforme estabelecido pela Lei de Uso, Parcelamento e Ocupação do Solo (LUPOS); declaração sucinta do responsável técnico sobre o sistema de drenagem pluvial proposto; planta com a localização de corpos d'água existentes e projetados, bem como suas respectivas faixas marginais de proteção; e um quadro com informações como taxa de ocupação, índice de aproveitamento e taxa de permeabilidade, entre outros dados relevantes ao projeto. Também é obrigatória a apresentação do Projeto de Drenagem Pluvial devidamente aprovado pelo Departamento de Habitação e Regularização Fundiária da Secretaria de Obras.

Essa exigência visa garantir que os projetos considerem soluções adequadas para a gestão das águas pluviais, prevenindo enchentes, erosão do solo e outros impactos negativos ao meio ambiente e à infraestrutura urbana. A avaliação criteriosa desses documentos contribui para a segurança hídrica do município e para a redução de riscos associados à drenagem ineficiente.

De acordo com informações fornecidas pela SMA, esta utiliza diversos documentos normativos e legais como base para o desenvolvimento de suas atividades técnicas e administrativas. Entre os principais instrumentos utilizados estão:

- **Decreto Estadual nº 46.890/2019**, que regulamenta o Sistema Estadual de Licenciamento e demais Procedimentos de Controle Ambiental – SELCA;
- **Instrução Normativa nº 27/2005**, que trata de normas procedimentais em função da ampliação da competência da Justiça do Trabalho;
- **Lei Municipal nº 5.393/1998**, que estabelece diretrizes para o uso, parcelamento e ocupação do solo no município de Petrópolis;
- **Norma Operacional NOP-INEA-02/2021**, que dispõe sobre os custos de análise e processamento de requerimentos ambientais;



- **Norma Operacional NOP-INEA-46.R-7 (Boletim de Serviço nº 59/2024)**, que trata do enquadramento de empreendimentos e atividades sujeitas ao licenciamento ambiental;
- **Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental da Região Serrana de Petrópolis (MMA/IBAMA, 2007)**;
- **Resolução CONAMA nº 428/2010**, que regula a autorização do órgão gestor de Unidades de Conservação no âmbito do licenciamento ambiental;
- **Tabela de Classificação de Impacto Ambiental**, utilizada como instrumento técnico para definição do porte e potencial de impacto de empreendimentos.

A SMA tem um papel relevante na análise dos impactos ambientais das obras de recuperação de taludes e de drenagem efetuadas pelo próprio município. Essas intervenções são essenciais para a prevenção de deslizamentos de terra e para a melhoria das condições de escoamento das águas pluviais, especialmente em uma região de topografia acidentada como Petrópolis. A análise ambiental busca minimizar os impactos negativos dessas obras sobre o meio ambiente e garantir que sejam adotadas medidas mitigadoras eficazes.

Dessa forma, a secretaria exerce um papel estratégico na gestão da drenagem urbana, atuando de maneira integrada com outros órgãos municipais para promover um desenvolvimento urbano sustentável. Sua atuação garante que empreendimentos e obras municipais sejam executados com responsabilidade ambiental, contribuindo para a segurança da população e para a preservação dos recursos naturais do município.

4.3.1.4 Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEMPDEC)

A Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil (SEMPDEC) é responsável por planejar e integrar um conjunto de ações que englobam medidas preventivas, de socorro, assistência, reabilitação e reconstrução, com o propósito de evitar desastres ou minimizar seus impactos sobre a população, além de restabelecer a normalidade social. Seu principal objetivo é reduzir riscos e mitigar os danos causados à população em situações de desastres.

A atuação ocorre em todas as fases de um desastre – antes, durante e depois –, por meio de ações interligadas e complementares, como: Prevenção, Mitigação, Resposta e Recuperação.



A Defesa Civil de Petrópolis atua de forma integrada com outros órgãos municipais e colabora estreitamente com entidades estaduais, federais e diversas instituições que contribuem, direta ou indiretamente, para a redução de riscos e desastres, bem como para o apoio às comunidades afetadas. Essa abordagem coordenada e sistêmica amplia a eficiência das ações de resposta, garantindo flexibilidade para adaptar diretrizes a eventuais mudanças logísticas durante as operações.

A Secretaria Municipal de Defesa Civil está localizada na Rua Buarque de Macedo, 128 – Centro. A equipe técnica que compõe a Defesa Civil realiza o acompanhamento de condições hidrometeorológicas, prevenção de desastres e respostas a situações de emergência. O organograma na Defesa Civil está apresentado no **ANEXO IX** e a equipe principal encontra-se listada a seguir, incluindo profissionais envolvidos na elaboração e revisão do presente documento:

- **Secretário Municipal de Proteção e Defesa Civil (2025):** Tenente-Coronel Guilherme Moraes
- **Diretora (2025):** Eduarda Conde Bastos
- **Geógrafa (2025):** Vitória Custódio Christ de Carvalho
- **Meteorologista (2025):** Rafaela Fernandes Filipe
- **Hidróloga (2024):** Marcella Vidal

Destaca-se que a elaboração das Diretrizes para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem (Produto 2) se deu durante a mudança de governo do município, e que também houve a participação do Ex-Secretário de Proteção e Defesa Civil Tenente-Coronel Rodrigo Werner no fornecimento de informações e de dados importantes para o trabalho.

As ações implementadas pela Defesa Civil do Município de Petrópolis, com foco no monitoramento, prevenção e resposta a riscos hidrológicos e eventos meteorológicos severos, estão descritas a seguir.

❖ **Monitoramento e Previsão**

O monitoramento das condições meteorológicas e hidrológicas é realizado 24 horas por dia, sete dias por semana. Isso inclui o registro de dados pluviométricos e hidrológicos, além da utilização de radares, pluviômetros, fluviômetros e câmeras de monitoramento do CIMOP



distribuídas estrategicamente pelo município. Esses equipamentos permitem a coleta de informações em tempo real, possibilitando a elaboração de previsões detalhadas e a emissão de alertas precoces.

Para este monitoramento, são utilizados os pluviômetros, fluviômetros e réguas operados pelo INEA, pelo CEMADEN-RJ, pelo CEMADEN e pelo INMET, conforme detalhado no **item 4.2.**

❖ **Gestão de Alertas e Protocolos de Inundação**

Os protocolos de inundação são baseados em gatilhos definidos para diferentes áreas da cidade. Por exemplo, a Rua Coronel Veiga e o Centro Histórico possuem limites de precipitação que, ao serem alcançados, desencadeiam uma série de ações. Essas medidas incluem o acionamento do Sistema de Alerta e Alarme, a ativação de sirenes e cancelas de segurança, e o envio de mensagens por SMS e *cell broadcast* para a população.

O monitoramento também inclui o acompanhamento da cota de transbordamento dos rios, como o rio Quitandinha. Quando os níveis atingem valores críticos, são adotadas medidas como o fechamento de vias através da Plataforma Waze e a articulação com outras secretarias municipais para garantir a segurança da população e o controle dos impactos.

A aproximadamente 100m a jusante da Ponte Fones, há sinalização indicando risco de inundação na Rua Cel. Veiga, e uma cancela é utilizada pela Defesa Civil para controlar o tráfego de veículos durante as inundações, tendo em vista que se trata de um ponto de risco, devido ao transbordamento do rio Quitandinha. A cancela mencionada pode ser observada na **Figura 63** e na **Figura 64**.

No que se refere à manutenção dos sistemas sob responsabilidade da Defesa Civil, a secretaria informou que as cancelas recebem manutenções preventivas e corretivas, enquanto as ilhas de segurança e as câmeras passam por manutenção conforme a necessidade. No entanto, não foram detalhadas a periodicidade das intervenções nem as medidas específicas adotadas para a manutenção desses sistemas.



Figura 63 – Cancela utilizada pela Defesa Civil, para bloqueio da rua Cel. Veiga em casos de inundação decorrentes do extravasamento do rio Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024



Figura 64 – Sinalização e cancela utilizada pela Defesa Civil, para bloqueio da rua Cel. Veiga em casos de inundação decorrentes do extravasamento do rio Quitandinha. Fonte: Vistoria realizada em 06/11/2024

❖ Inovações e Produção de Dados

A Defesa Civil de Petrópolis possui, desde 2013, um sistema de ocorrências chamado “Sistema de Gestão de Ocorrências” (**Figura 65**) a partir do qual são registradas as solicitações feitas por parte da sociedade civil, bem como as informações obtidas nas vistorias como data, hora e local da ocorrência, tipologia, os laudos elaborados, os encaminhamentos necessários para outras secretarias, e informações de possíveis interdições.



Figura 65 – Tela principal do Sistema de Gestão de Ocorrências da Defesa Civil

Este sistema, além de garantir elementos necessários para uma melhor gestão municipal quanto aos impactos decorrentes das chuvas, permite que sejam elaborados estudos e produtos em apoio a tomada de decisão e planejamento, como o mapa de ocorrências apresentado na **Figura 12** do **item 4** do presente documento.

A Defesa Civil também se destaca pela produção de relatórios técnicos e atualizações das curvas-chave dos rios, além de desenvolver inovações metodológicas para melhorar o monitoramento e a resposta aos eventos extremos. Tais documentações podem ser consultadas no site da Defesa Civil, através do link <<https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/defesa-civil>>. O compartilhamento de informações com órgãos parceiros, como o INEA e o CEMADEN, é uma estratégia essencial para ampliar a eficiência das ações e garantir maior proteção às comunidades vulneráveis.

❖ Apoio Comunitário e Conscientização

A interação com a comunidade é um dos pilares das ações da Defesa Civil. Isso é feito por meio de grupos de mensagens instantâneas, onde são divulgadas atualizações climáticas e orientações sobre como proceder durante situações de risco. Além disso, as “ilhas de

segurança”, locais mapeados e sinalizados ao longo de áreas críticas como a Rua Coronel Veiga, são parte do plano para reduzir os danos em caso de emergências.

Essas ilhas correspondem a trechos sinalizados em ruas perpendiculares às vias interditadas, com o objetivo de alertar sobre os riscos em caso de transbordamento. Nesses locais, a população em situação de vulnerabilidade pode alterar sua rota e aguardar com segurança até que o nível do rio se normalize.

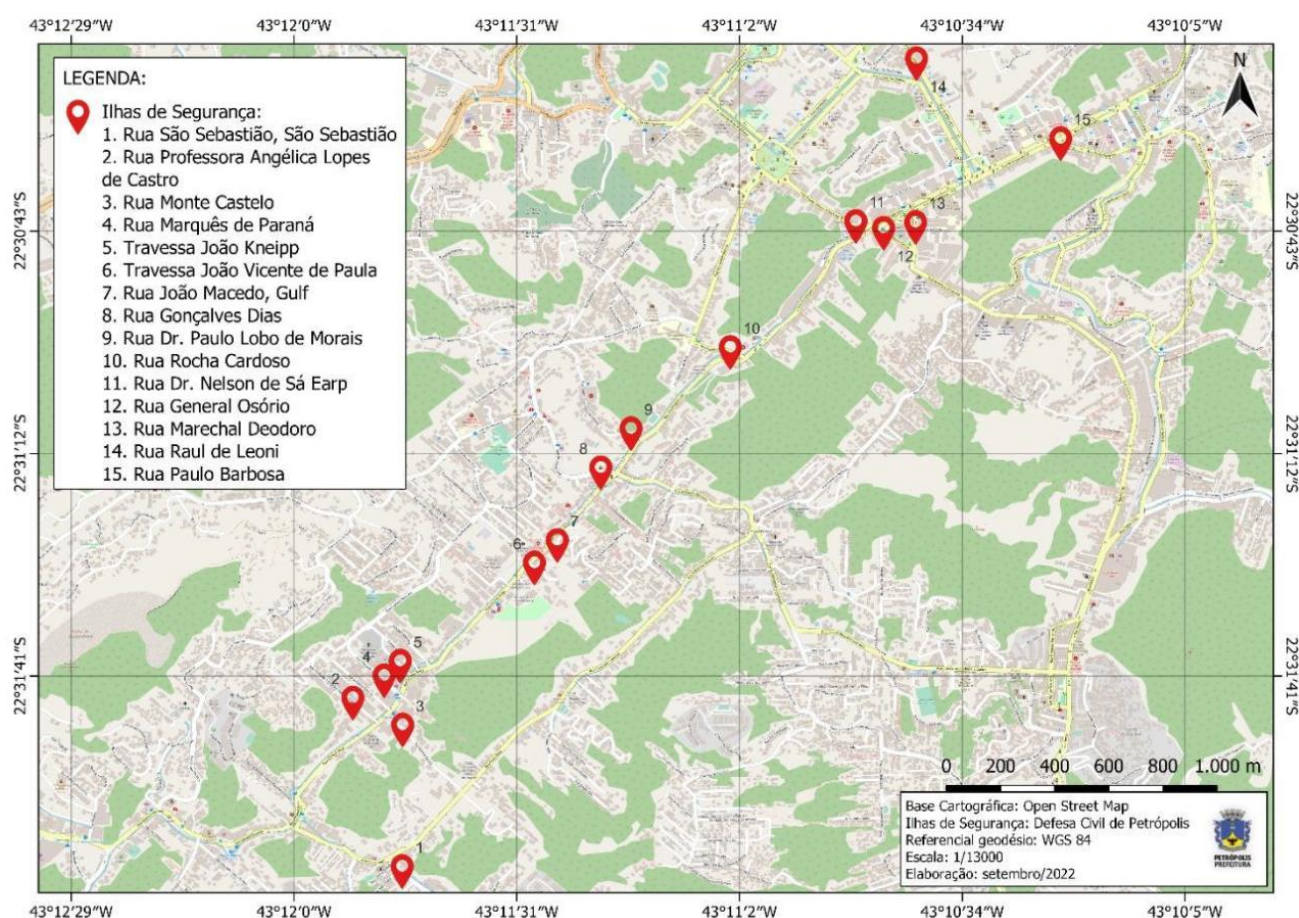


Figura 66 – Localização das “Ilhas de Segurança” ao longo do rio Quitandinha.
Fonte: SEMPDEC (2022)

❖ Coordenação e Tomada de Decisão

O trabalho da Defesa Civil envolve a coordenação de equipes técnicas e a tomada de decisões estratégicas junto ao secretário da SEMPDEC. A integração entre os setores, como meteorologia, hidrologia e geografia, garante uma abordagem multidisciplinar e eficaz para o gerenciamento dos riscos. Essa articulação é vital para a implementação de medidas



preventivas e reativas, protegendo vidas e patrimônios.

4.3.1.5 Secretaria de Planejamento e Orçamento (SPO)

A Secretaria de Planejamento e Orçamento de Petrópolis (SPO) é responsável por planejar a administração governamental, analisar a viabilidade de projetos, controlar orçamentos e liberar fundos para projetos do governo. Atualmente, o secretário interino à frente da pasta é Frederico Procópio Mendes.

Assim como a Secretaria de Meio Ambiente, a SPO localiza-se na Rua Teresa, 1515 - Alto da Serra. As principais atribuições da Secretaria são:

- **Planejamento Governamental:** Elaboração e coordenação de planos estratégicos que orientam o desenvolvimento sustentável do município;
- **Gestão Orçamentária:** Controle e supervisão da execução orçamentária, assegurando a correta alocação dos recursos públicos;
- **Análise de Projetos:** Avaliação da viabilidade técnica e financeira de projetos propostos, garantindo sua adequação às diretrizes municipais;
- **Coordenação Intersetorial:** Integração entre diferentes secretarias e órgãos municipais para a implementação eficaz de políticas públicas.

A Secretaria desempenha um papel crucial no setor de drenagem urbana ao planejar e alocar recursos para projetos de infraestrutura hídrica. Dentre os serviços executados pela Secretaria, destacam-se:

- **Mapas e Cartografia:** Disponibilização de mapas temáticos e do Mapa de Zoneamento da Cidade de Petrópolis, permitindo aos cidadãos consultar informações sobre uso e ocupação do solo. Tais informações estão disponíveis no endereço eletrônico: <<https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/mapas-e-cartografia>>;
- **Portal de Geoprocessamento:** Ferramenta que facilita o acesso a dados geoespaciais, subsidiando estudos e planejamentos urbanos;
- **Gestão de Fundos Especiais:** Administração de recursos destinados a programas específicos, assegurando sua aplicação conforme as políticas públicas estabelecidas.

Além do secretário interino, Frederico Procópio Mendes, a Secretaria conta com uma equipe técnica composta por profissionais especializados em planejamento urbano, gestão



orçamentária, geoprocessamento e áreas correlatas, que trabalham de forma integrada para atender às demandas do município, como mostra o organograma do **ANEXO X**.

4.3.2 Estrutura Estadual

Além da atuação municipal, a gestão e execução de obras de drenagem no município de Petrópolis também envolvem a colaboração de órgãos estaduais, visando mitigar os impactos das inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos decorrentes das características geográficas da região onde o município encontra-se inserido.

Em nível estadual, os órgãos envolvidos são:

- **Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP):** Responsável por projetos de infraestrutura, como obras de drenagem e contenção, em colaboração com municípios.
- **Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS):** Coordena o Sistema Estadual de Meio Ambiente, do qual faz parte o INEA, que é o principal braço executor da Política Estadual do Meio Ambiente. É encarregada pela elaboração de políticas ambientais, garantindo que obras de drenagem atendam a critérios sustentáveis e minimizem impactos ecológicos.
- **Instituto Estadual do Ambiente (INEA):** Vinculado à Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade, tem a função de executar as políticas estaduais do meio ambiente, de recursos hídricos e de recursos florestais adotadas pelos Poderes Executivo e Legislativo do Estado. Responsável pela gestão ambiental, incluindo a fiscalização de obras e sistemas de monitoramento em tempo real (Alerta de Cheias).
- **Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ):** Foca na manutenção e construção de rodovias estaduais, incorporando sistemas de drenagem em suas obras.

A execução e fiscalização das obras de drenagem são realizadas de forma integrada entre os órgãos mencionados, conforme cronogramas específicos. Em consulta à plataforma digital PACTO RJ, portal de acesso às informações sobre projetos e obras públicas, para o município de Petrópolis estão cadastrados 17 projetos/obras que possuem correlação com drenagem e contenção de encostas, apresentados na **Tabela 10**.



Tabela 10 – Projetos e Obras no município de Petrópolis, executados por órgãos do Estado do Rio de Janeiro, que possuem correlação com a drenagem. Fonte: PACTO RJ (2025)

Projeto/Ação	Secretaria	Executor	Estágio	Investimento	Início Execução	Fim Execução	Executora
Obras emergenciais de contenção e drenagem na rua Pedro Ivo, Cascatinha - Petrópolis	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 11.942.741,09	22/06/2022	21/06/2023	Enge Prat Engenharia E Serviços Ltda
Elaboração de projeto executivo e execução de obras emergenciais de contenção e drenagem na Avenida Portugal, ao lado da Fábrica Heliot – Bairro Valparaíso - Petrópolis/RJ	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 12.092.480,69	22/06/2022	25/05/2023	Barra Nova Engenharia LTDA
Elaboração de projeto executivo e execução de obras emergenciais de contenção e drenagem na Rua Conde D'eu e Rua Olavo Bilac - Bairro Castelânea - Petrópolis-RJ	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 30.543.662,31	22/09/2022	05/09/2024	Consortio Econorte Geosonda - Castelanea - Petropolis
Execução de obras emergenciais de recuperação da canalização e pistas de rolamento na Avenida Washington Luiz nos trechos entre a Rua Rocha Cardoso e a Rua Doutor Nelson Rocha de Sá Eart - Petrópolis/RJ	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 48.482.079,78	27/06/2022	25/05/2023	Erwil-construcoes Ltda
Elaboração de projeto executivo e execução de obras e serviços emergenciais de reforma estrutural, desobstrução e desassoreamento do Túnel Extravasor do Rio Palatinato - Petrópolis -RJ	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 68.148.567,14	25/07/2022	10/08/2023	Construtora Solidum Ltda.
Obras emergenciais de contenção na Rua 24 de Maio, Rua Tereza e Rua Nova - Petrópolis	SEIOP	SEIOP	Concluída	R\$ 89.530.633,54	28/05/2022	25/05/2023	Geologus Engenharia Ltda
RJ-123 - Construção de ponte no Km 15,8	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 986.957,59	15/12/2021	27/12/2022	JML Consultoria Financeira & Engenharia LTDA
RJ-123 - Construção de ponte no Km 9,4	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 1.062.850,65	15/12/2021	03/01/2023	JML Consultoria Financeira & Engenharia LTDA
RJ-134 - obras de contenção, drenagem, pavimentação e sinalização Km 4,7	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 1.327.017,93	30/12/2021	03/01/2023	ABBM Braga Comércio E Serviço LTDA



Projeto/Ação	Secretaria	Executor	Estágio	Investimento	Início Execução	Fim Execução	Executora
RJ-123 - Construção de Ponte no Km 12	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 1.482.174,84	15/12/2021	03/01/2023	JML Consultoria Financeira & Engenharia LTDA
RJ-134 - Obras de contenção, drenagem, terraplenagem e pavimentação	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 11.837.965,90	31/12/2019	04/11/2021	Seel Serv Especiais De Engenharia Ltda
RJ-107 - Obras de revitalização do pavimento e recuperação de drenagem	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 23.510.452,86	08/12/2021	07/02/2023	Erwil-construcoes Ltda
RJ-134 - Execução das obras de pavimentação, drenagem	SEIOP	DER-RJ	Concluída	R\$ 31.903.611,15	06/10/2020	27/12/2022	Uniao Norte Fluminense Eng. E Comercio Ltda
Conclusão da obra emergencial para recuperação, desobstrução e desassoreamento do Túnel Extravasador do Rio Palatinato - Petrópolis	SEIOP	SEIOP	Em execução	R\$ 48.302.952,43	20/09/2023	Em execução	Enge Prat Engenharia E Serviços Ltda
Estudos de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações do Centro Histórico do Município de Petrópolis	SEAS	INEA	Em execução	R\$ 7.917.671,04	16/11/2021	Em execução	COHIDRO Consultoria Estudos e Proj. Ltda
Obras complementares de controle de inundacoes, drenagem e recuperacao ambiental - calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, Petrópolis - RJ	SEAS	INEA	Em execução	R\$ 51.218.578,26	01/04/2020	Em execução	Construtora Lytoranea S A
Limpeza e desassoreamento nos rios do município de Petrópolis – RJ	SEAS	INEA	Em execução	R\$ 92.410.926,97	24/08/2022	Em execução	Sudeste Brasil Cooperativa de Transportes
VALOR TOTAL INVESTIDO				R\$ 532.701.324,17			



Dos 17 projetos listados, 14 são de responsabilidade da Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP) e 3 da Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS). Dentro dos projetos da SEIOP, 7 estão relacionados a obras em rodovias, que são executadas pelo Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ), com foco na construção de pontes, pavimentação, contenção de encostas e drenagem associada a essas infraestruturas. Entre os projetos da SEIOP, destacam-se as obras emergenciais de recuperação da canalização na Avenida Washington Luiz, realizadas entre junho de 2022 e maio de 2023, e as obras emergenciais para a recuperação, desobstrução e desassoreamento do Túnel Extravasor do Rio Palatinato, cuja primeira etapa ocorreu entre julho de 2022 e agosto de 2023, e a segunda etapa, iniciada em setembro de 2023, encontra-se em fase de execução.

No que tange à atuação da SEAS, foram identificadas 3 ações de grande relevância no município, executadas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), sendo elas:

- Estudos de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações no Centro Histórico do Município de Petrópolis;
- Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ;
- Limpeza e desassoreamento nos rios do município de Petrópolis – RJ, por meio do Programa Limpa Rio.

Além dos projetos/obras da SEAS mencionados, está em andamento o Estudo de Alternativas e Elaboração de Projetos Básicos e Executivos para Controle de Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha, com um valor de R\$ 11.966.887,43, que será detalhado no **item 4.3.2.1**.

Vale destacar que o Governo Federal tem desempenhado um papel crucial no financiamento e execução de obras de drenagem e infraestrutura urbana no município de Petrópolis.

Após a tragédia de 2011, foram empenhados R\$ 53 milhões pelo Ministério do Desenvolvimento Regional para obras de manejo de águas pluviais da Região Serrana, dos quais R\$ 11,6 milhões foram repassados entre 2019 e 2022. Para obras de contenção de encostas, foram pagos R\$ 41,4 milhões aos municípios da região afetada (ISTOÉ DINHEIRO, 2022).



Em relação às tragédias ocorridas em fevereiro e março de 2022, até agosto do mesmo ano Petrópolis havia recebido R\$ 13,5 milhões do Governo Federal para obras emergenciais. Além disso, a prefeitura obteve um crédito de R\$ 100 milhões na Caixa Econômica Federal, dos quais R\$ 80 milhões foram destinados para obras de recuperação, e os R\$ 20 milhões restantes foram aplicados em serviços de pavimentação e drenagem (SOU PETRÓPOLIS, 2022).

Em julho de 2024, o Governo Federal liberou R\$ 117 milhões para obras de drenagem em Petrópolis, através do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) Seleções para obras de macrodrenagem do Rio Quitandinha, em Petrópolis (EXTRA GLOBO, 2024).

Em janeiro de 2025, de acordo com as informações disponibilizadas no site da Prefeitura de Petrópolis (PETRÓPOLIS-RJ, 2025), a Secretaria de Obras realizou uma reunião para revisar os projetos que serão beneficiados pelo novo PAC, estimadas pela Prefeitura em cerca de R\$ 177 milhões.

Para a realização das obras de contenção de encostas e drenagem, a serem beneficiadas pelo PAC Encostas, a previsão é de um orçamento de R\$ 60,8 milhões. Para obras de controle das cheias da bacia do Rio Quitandinha estão previstos R\$ 100 milhões, e mais R\$ 17 milhões para a construção do Parque Fluvial da avenida Barão do Rio Branco. Vale destacar que essas obras estão inclusas em um pacote de R\$ 3,8 bilhões que o Estado do Rio de Janeiro receberá para empreendimentos de infraestrutura, mobilidade, esgotamento sanitário, abastecimento de água e prevenção a desastres climáticos. Esse valor corresponde a 9,11% dos R\$ 41,7 bilhões que o Governo Federal destinará a projetos em todo o país.

Considerando a atuação do Governo do Estado nas obras de macrodrenagem em Petrópolis, a seguir apresenta-se uma descrição dos órgãos e projetos mencionados.

4.3.2.1 Instituto Estadual do Ambiente (INEA)

O Instituto Estadual do Ambiente (INEA) tem desempenhado um papel crucial no município de Petrópolis, especialmente no que se refere aos projetos e obras relacionadas à recuperação dos sistemas de macrodrenagem, bem como através do Programa Limpa Rio. Ainda, realiza o monitoramento dos rios através do Alerta de Cheias, conforme detalhado no **item 4.2**.



Os principais projetos e obras sob coordenação do INEA são gerenciados pela Diretoria de Recuperação Ambiental (**DIRRAM**). Esta diretoria é responsável pelo planejamento e desenvolvimento de projetos voltados ao controle de inundações, recuperação de áreas degradadas e gestão ambiental.

A estrutura da DIRRAM está apresentada no **ANEXO XI**, e inclui diversas gerências e serviços especializados, tais como:

- **GEROB**: Gerência de Fiscalização de Obras;
- **GERAF**: Gerência Administrativa e Financeira de Serviços, Projetos de Engenharia, Obras e Acompanhamento Legal;
- **GERPSA**: Gerência de Projetos e Serviços Socioambientais;
- **GEROSMA**: Gerência de Obras e Serviços de Manutenção;
- **GERPENG**: Gerência de Projetos de Engenharia.

As ações listadas a seguir integram os projetos e iniciativas desenvolvidos pela DIRRAM, no âmbito da gestão de drenagem no município de Petrópolis. Os três primeiros são conduzidos pela GERORB, enquanto o último é de responsabilidade da GEROSMA. Todos serão detalhados nas seções seguintes:

- Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão;
- Estudos de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações no Centro Histórico de Petrópolis;
- Estudo de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações na bacia hidrográfica do rio Piabanha;
- Programa Limpa Rio.

Cada uma dessas ações será detalhada a seguir, com a apresentação dos respectivos objetivos, escopo e áreas atendidas.

❖ **Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ**

As obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental

nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis, iniciaram-se em 01/04/2020, com execução pela Construtora Lytoranea S.A., com um valor total de R\$ 51.218.578,26. Os trabalhos contemplam os seguintes trechos:

- Rio Santo Antônio – Trecho de 2.830m (Estacas 112 a 253 + 10,0m) (**Figura 67**);
- Rio Carvão – Trecho de 80m (Estacas 0 a 4) (**Figura 68**);
- Rio Cuiabá – Trecho de 3.860m (Estacas 144 a 337) (**Figura 69**);

A execução das obras nas calhas dos rios inclui adequações de micro e meso drenagem e demais interferências, adequações de canais e controle de enchentes e erosão.



Figura 67 - Localização do trecho do Rio Santo Antônio contemplado nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).



Figura 68 - Localização do trecho do Rio do Carvão nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).

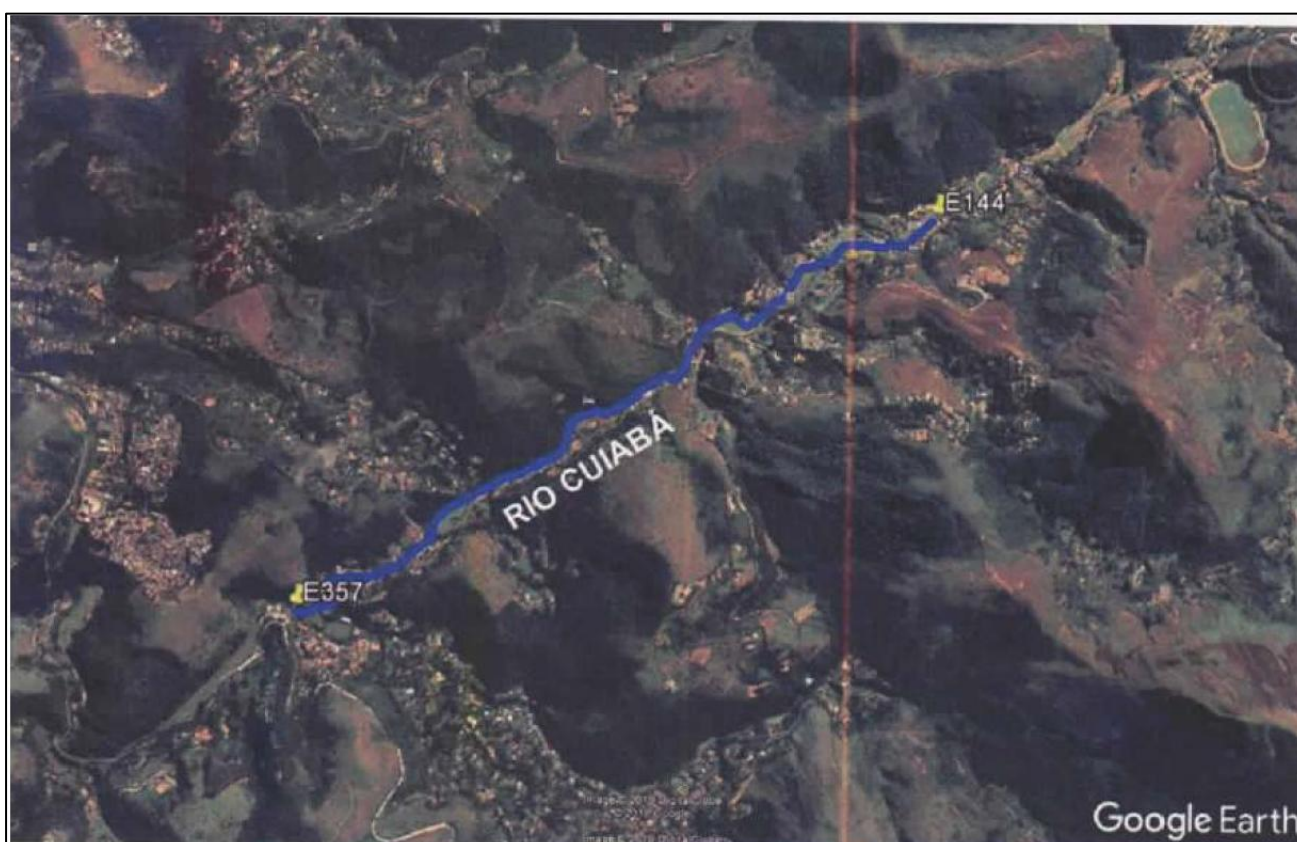


Figura 69 - Localização do trecho do Rio Cuiabá nas “Obras complementares de controle de inundações, drenagem e recuperação ambiental nas calhas dos rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, em Petrópolis – RJ”. Fonte: INEA (2019).

❖ **Estudos de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações no Centro Histórico do Município de Petrópolis**

O projeto de **Estudos de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações no Centro Histórico do Município de Petrópolis** encontra-se em execução desde 16/11/2021, pela empresa COHIDRO Consultoria Estudos e Projetos e sob a coordenação do Instituto Estadual do Ambiente (INEA). O projeto tem um valor de investimento estimado em R\$ 7.917.671,04 (PACTO RJ, 2025) e visa desenvolver soluções para mitigar os riscos de inundações na região histórica da cidade.

De acordo com as informações disponíveis no Relatório 2.2 - Caracterização da Área de Influência do Projeto (COHIDRO, 2022), os estudos abrangem as seguintes áreas:

- Área de Influência Direta (AID) - Bacias dos Rios Quitandinha e Palatinato no 1º Distrito de Petrópolis-RJ;
- Área de Influência Indireta (AII) - 1º Distrito de Petrópolis-RJ.

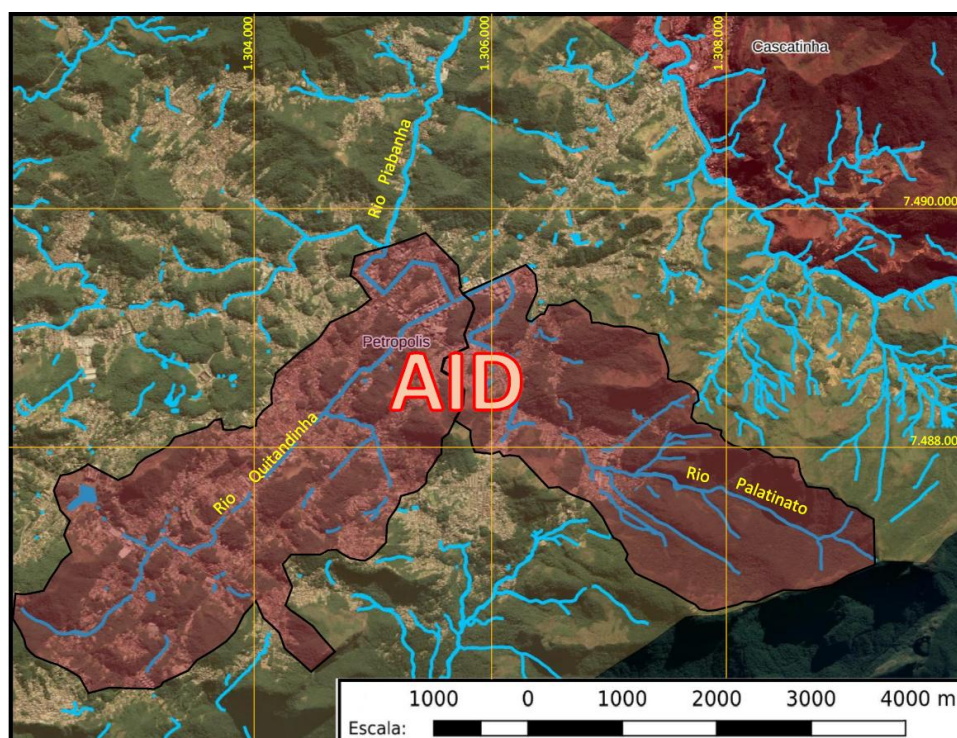


Figura 70 - Área de Influência Direta (AID) do Projeto Abrangendo as Bacias dos Rios Quitandinha e Palatinato no 1º Distrito de Petrópolis-RJ. Fonte: COHIDRO (2022)

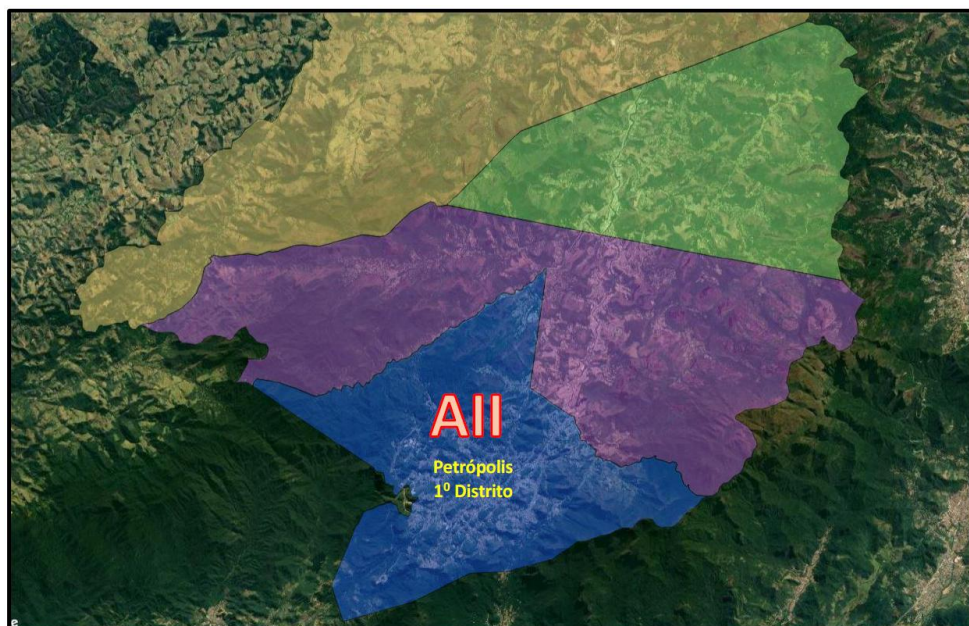


Figura 71 - Área de Influência Indireta (AII) do Projeto Abrangendo o 1º Distrito de Petrópolis-RJ.
Fonte: COHIDRO (2022)

De acordo com o Relatório 6.1 - Concepção das Alternativas (COHIDRO, 2022), visando reduzir as inundações no Centro Histórico de Petrópolis, foram propostas 11 (onze) alternativas, descritas a seguir.

1. Implantação de soleiras a montante do Centro Histórico e no lago do Quitandinha: foram previstas a implantação de soleiras nos trechos a montante dos rios Piabanha, Palatinato e Quitandinha e no lago do rio Quitandinha com o objetivo de aumentar a capacidade de amortecimento dos escoamentos;
2. Substituição de pontes subdimensionadas no rio Quitandinha, ao longo da rua Coronel Veiga, que restringem o escoamento da cheia, gerando extravasamento, e desassoreamento do rio, aumentando a sua capacidade hidráulica;
3. Demolição de barragem no rio Piabanha, a fim de controlar as cheias desse rio e seu impacto a jusante;
4. Implantação de um novo orifício no rio Palatinato na entrada do túnel extravasor;
5. Adoçamento da saída do túnel extravasor do rio Palatinato: visando a sua melhoria hidráulica, através da diminuição das elevadas perdas de carga causadas pela geometria do seu encontro atual com o rio Itamarati. Além disso, será necessário realizar um processo de desassoreamento, removendo os depósitos arenosos



existentes no trecho de ligação entre o túnel e o rio Itamarati;

6. Implantação de 4 (quatro) reservatórios ao longo do rio Quitandinha;
7. Implantação de diversas barragens de 10 metros de altura nas partes mais altas das bacias estudadas;
8. Desvio do rio Quitandinha e implantação de reservatório na Praça da Liberdade;
9. Bombeamento do rio Quitandinha para o rio Piabanha: implantação de 6 (seis) bombas com vazão de 2 m³/s cada, para bombeamento do rio Quitandinha para o rio Piabanha, a fim de reduzir a vazão que drena para o Centro Histórico;
10. Implantação de galeria na rua Treze de Maio com dimensão 3mx8m;
- 11.11. Implantação de um *by-pass* no rio Quitandinha com dimensões de 2mx6m, com saída da rua do Imperador para a rua da Imperatriz.

❖ **Estudo de Alternativas e Elaboração de Projetos Básicos e Executivos para Controle de Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha**

O processo de licitação para a realização do **Estudo de Alternativas e Elaboração de Projetos Básicos e Executivos para Controle de Inundações na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha** foi finalizado em fevereiro de 2025, e conta com um investimento total de R\$ 11.966.887,43.

Segundo o termo de referência do contrato (INEA, 2025), a partir de um conjunto de ações na Região Metropolitana do Rio, após as tragédias ocorridas nos últimos anos, identificou-se a necessidade de buscar soluções para as inundações recorrentes e os impactos na Bacia do Rio Piabanha, principalmente em Petrópolis. O projeto tem como objetivo identificar soluções aos problemas de alagamentos e inundações nas regiões próximas aos rios Piabanha, Quitandinha, Palatinato e Itamarati, que fazem parte da Bacia do Piabanha, de modo a proteger a população e o comércio e preservar a urbanização e a qualidade de vida.

❖ **Programa Limpa Rio**

O INEA tem implementado o Programa Limpa Rio em diversas localidades do estado do Rio de Janeiro, incluindo Petrópolis, visando a limpeza e o desassoreamento de rios e córregos para reduzir o risco de inundações durante o período de chuvas. O Programa tem como

objetivo a limpeza e desassoreamento mecânico e manual dos leitos e margens dos corpos hídricos e, também, o combate à proliferação de vetores. Essas ações reduzem o risco de inundações durante os períodos chuvosos, trazendo maior segurança para a população local. Destaca-se que os serviços do Limpa Rio acontecem exclusivamente em sistemas de drenagem natural, ficando sob responsabilidade do município os serviços de limpeza e gerenciamento de estruturas de drenagem canalizadas.

As informações sobre o Programa estão disponibilizadas ao público através do Sistema Eletrônico de Informações – SEI-RJ, sob os números de processo: 070002/007913/2022 e 070002/015521/2024. De acordo com informações disponibilizadas em PACTO RJ (2025), o investimento total do programa é de R\$ 92.410.926,97, tendo um percentual de 72,78% medido até o momento.

O Programa encontra-se em execução desde 24/08/2022, através do Contrato nº 34/2022, que tem como objeto a prestação de “Serviços para Aluguel de Máquinas e Equipamentos para Serviço de Limpeza e Desassoreamento nos Rios do Município de Petrópolis – RJ”. Atualmente é executado pela empresa Sudeste Brasil Cooperativa de Transportes e, ao longo desse período, mais de 50 localidades foram atendidas, incluindo pontos do Rio Piabanha em Bingen e Nogueira, além dos rios Araras e Maria Comprida nos distritos. Essas ações envolvem a remoção de sedimentos e detritos, promovendo o escoamento adequado das águas pluviais, como mostra a **Figura 72**.



Figura 72 – Limpeza e Desassoreamento de Rios – INEA – Programa Limpa Rio.
Fonte: Correio da Manhã (2024)

Com base nas tabelas disponibilizadas pela GEROSMA, e disponíveis no **ANEXO XI**, foi realizada uma análise dos serviços desenvolvidos pelo Limpa Rio, tanto manuais, quanto mecanizados, e os resultados estão descritos a seguir.



– Programa Limpa Rio Manual

Os atendimentos manuais compreenderam intervenções em diversos bairros e corpos hídricos, com destaque para trechos localizados nos rios Quitandinha, Piabanha, Palatinato e demais cursos d'água e afluentes menores. As ações vêm sendo realizadas desde agosto de 2022 até a presente data, abrangendo diversos bairros do município de Petrópolis, totalizando uma extensão executada de 30.616 m, com volume total de 25.846 m³ de material dragado.

Nas ações manuais do Programa Limpa Rio Manual em Petrópolis, as localidades com os maiores volumes de material removido foram Quarteirão Brasileiro, com 5.236 m³ em 1.309 metros de extensão atendida; Vila do Sossego, com 4.536 m³ em 756 metros; Pedro do Rio, com 2.263 m³ em 4.109 metros; e Ingelheim, com 2.084 m³ em 670 metros.

Os cursos d'água dessas áreas incluem principalmente canais e córregos urbanos, como o Córrego Quarteirão Brasileiro, Lago Vila do Sossego, Córrego do Secretário, Córrego do Paiolzinho e o Córrego Ingelheim. Esses trechos, por estarem inseridos em áreas densamente urbanizadas, frequentemente apresentam dificuldades de acesso para maquinário pesado, o que justifica o volume expressivo de material removido por meio de atendimento manual, alternativa necessária para a execução das dragagens em locais com restrição de espaço ou infraestrutura.

– Programa Limpa Rio Máquina

As ações mecanizadas abrangeram obras mais robustas em termos de extensão e volume de material dragado, muitas vezes associadas a áreas críticas para drenagem urbana e controle de cheias. Embora a DIRRAM tenha informado que o contrato do Limpa Rio em Petrópolis teve início em 2022, as tabelas fornecidas pela diretoria e apresentadas no **ANEXO XI** indicam que as intervenções começaram em janeiro de 2020 e permanecem em andamento até a presente data. As ações contemplam diversos bairros do município de Petrópolis, totalizando uma extensão executada de, aproximadamente, 63.000 m, com volume dragado de 395.546 m³.

Os maiores volumes dragados pelo Programa Limpa Rio Máquina foram registrados no bairro Centro, com 97.758 m³ em 11.840 metros de extensão. Em seguida, Corrêas teve 65.515 m³ removidos em 4.124 metros, e Nogueira, 49.445 m³ em 12.745 metros. Esses

dados mostram a concentração das ações em áreas com maior acúmulo de sedimentos.

No bairro Centro, os maiores volumes dragados se concentraram principalmente nos trechos do rio Piabanha e rio Quitandinha, com destaque também para o rio Palatinato. Em Corrêas, todas as ações se concentraram no rio Piabanha, em diferentes trechos. No bairro Nogueira, foram dragados o rio Piabanha em três trechos distintos, além do Lago de Nogueira e do Canal do Lago Nogueira.

A tabela a seguir apresenta os volumes de material removido e as extensões atendidas nas principais localidades contempladas pelos Programas Limpa Rio Manual e Limpa Rio Máquina em Petrópolis, incluindo os cursos d'água correspondentes.

Tabela 11 – Maiores quantitativos de volumes e extensões atendidas nas ações do Programa Limpa Rio Manual e Limpa Rio Máquina em Petrópolis. Fonte: Tabelas enviadas pela DIRRAM/INEA, disponíveis no Anexo XI deste documento.

Programa	Localidade	Volume Removido (m³)	Extensão Atendida (m)	Cursos d'Água Principais
Limpa Rio Manual	Quarteirão Brasileiro	5.236	1.309	Córrego Quarteirão Brasileiro
	Vila do Sossego	4.536	756	Lago Vila do Sossego
	Pedro do Rio	2.263	4.109	Córrego do Secretário, Córrego do Paiolzinho
	Ingelheim	2.084	670	Córrego Ingelheim
Limpa Rio Máquina	Centro	97.758	11.840	Rio Piabanha, Rio Quitandinha, Rio Palatinato
	Corrêas	65.515	4.124	Rio Piabanha
	Nogueira	49.445	12.745	Rio Piabanha, Lago de Nogueira, Canal do Lago Nogueira

Apesar da ampla execução de ações de limpeza e desassoreamento no município de Petrópolis, não foi possível identificar, nos documentos analisados, registros que apresentem o planejamento prévio das intervenções, tampouco informações sobre as metodologias adotadas ou o tipo de maquinário empregado em cada trecho atendido.

A ausência de estudos técnicos e de planejamento estruturado para a realização dessas ações representa um fator de preocupação, uma vez que intervenções mal dimensionadas ou executadas de forma inadequada podem acarretar impactos negativos sobre os próprios



corpos hídricos e suas áreas adjacentes. Entre os possíveis efeitos, destacam-se alterações nos regimes hidrossedimentológicos, instabilidade nas margens, mudanças na morfologia dos cursos d'água e prejuízos à dinâmica ecológica local.

É importante destacar que, uma das preocupações apontadas pelos representantes das secretarias municipais, que possui relação direta com as dragagens feitas pelo INEA, diz respeito à execução das obras sem o devido cuidado com a base ou fundação dos muros de contenção, os quais acabam ficando expostos e suscetíveis a processos erosivos. Essa exposição aumenta o risco de solapamento da base e compromete a integridade estrutural desses elementos de contenção, colocando em risco as áreas urbanas do entorno.

Dessa forma, reforça-se a necessidade de que ações dessa natureza estejam respaldadas por diagnósticos técnicos, critérios ambientais e diretrizes operacionais bem definidas, de modo a garantir não apenas a eficácia das intervenções, mas também a segurança hídrica, ambiental e estrutural das regiões atendidas.

❖ **Monitoramento e Prevenção**

Além dos projetos e obras mencionados anteriormente, o INEA também realiza o monitoramento dos rios de Petrópolis por meio do Sistema de Alerta de Cheias, fornecendo informações em tempo real sobre o nível das águas e permitindo ações preventivas em caso de risco de inundação. A descrição do sistema e das estações existentes em Petrópolis, estão descritas no **item 4.2**.

4.3.2.2 Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP)

A Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP) do Estado do Rio de Janeiro é o órgão responsável pela formulação, coordenação e execução de políticas públicas voltadas à infraestrutura urbana, obras públicas, urbanização e requalificação de espaços, com foco na melhoria da qualidade de vida da população e na promoção do desenvolvimento sustentável dos municípios do estado do Rio de Janeiro.

Entre suas atribuições estão o planejamento, a gestão e a fiscalização de obras públicas estaduais, além da articulação com municípios e outros órgãos governamentais para a implementação de projetos estruturantes.

Atualmente é comandada pelo engenheiro Uruan Cintra de Andrade, que assumiu como secretário de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas em janeiro de 2023.



No município de Petrópolis, a SEIOP tem atuado em projetos estratégicos voltados principalmente à prevenção de desastres naturais, à mobilidade urbana e à contenção de encostas, considerando o histórico da cidade com chuvas intensas e eventos hidrológicos extremos. Um dos empreendimentos de maior destaque no município, sob responsabilidade da SEIOP, é o Túnel Extravador, uma estrutura essencial para o controle de cheias na cidade. A seguir, serão apresentadas mais informações detalhadas sobre o funcionamento, as características técnicas e a importância do Túnel Extravador para Petrópolis.

❖ **Túnel Extravador do Rio Palatinato**

O Túnel Extravador do Rio Palatinato, situado em Petrópolis, é uma importante estrutura para o gerenciamento de águas pluviais e prevenção de inundações na cidade. Destaca-se que a operação, manutenção e reforma desta estrutura são de responsabilidade do Estado do RJ e não da Prefeitura de Petrópolis. Como mencionado anteriormente, no **item 4.1.2**, uma das principais iniciativas em andamento é a revitalização do Túnel Extravador do Rio Palatinato, realizada pela Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP-RJ), cujo escopo consiste na elaboração de projeto executivo e execução de obras e serviços emergenciais de reforma estrutural, desobstrução e desassoreamento do Túnel Extravador do Rio Palatinato – Petrópolis - RJ. Construído na década de 1960, o túnel não passava por manutenção significativa desde então. Recentemente, com as reformas elaboradas pelo SEIOP-RJ, a estrutura do túnel vem sendo reforçada para garantir sua eficácia no direcionamento das águas excedentes durante períodos de chuvas intensas, prevenindo inundações na cidade.

De acordo com informações disponibilizadas em PACTO RJ (2025), as obras tiveram início em 25/07/2022, com conclusão em 10/08/2023, contemplando o investimento total de R\$ 68.148.567,14. No entanto, em vistorias de campo realizadas em nov/2024 foi possível observar que as obras ainda estavam em andamento no município no período da vistoria.

A documentação relativa ao projeto e à execução das obras do túnel pode ser acessada no SEI-RJ, sob o número de processo 170026/000539/2022. Em consulta ao sistema, verificou-se que, em 07/01/2025, foi entregue o termo de entrega definitiva, marcando a conclusão das obras. As intervenções no Túnel Extravador incluíram reforma estrutural, instalação de novas comportas com limitadores de vazão e melhorias no sistema de drenagem interna, aumentando a eficiência operacional da estrutura.

5 DIRETRIZES PARA OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DOS SISTEMAS DE MICRO E MACRODRENAGEM

As medidas de manutenção e operação dos sistemas de drenagem consistem em um conjunto de ações rotineiras, que visam garantir o pleno funcionamento dos dispositivos hidráulicos e o aumento o nível de segurança para os municípios, principalmente durante eventos de chuvas intensas, evitando a ocorrência de alagamentos e inundações. A manutenção ineficiente ou incorreta destes sistemas pode acarretar problemas hidráulicos e de segurança.

Os problemas hidráulicos estão relacionados ao comprometimento da seção transversal de escoamento dos dispositivos, reduzindo sua capacidade de condução da água pluvial. Um dos dispositivos que mais sofre com os problemas hidráulicos é a boca de lobo e isso se dá por alguns fatores, dentre eles:

- Obstrução das bocas de lobo em função de resíduos sólidos ou demais objetos lançados no sistema de drenagem;
- Entupimento causado por detritos carregados pela água pluvial;
- Ausência ou ineficiência da manutenção desses dispositivos.

Em relação aos aspectos de segurança, pode-se citar a interferência existente entre os dispositivos de drenagem e os usuários, como pedestres, ciclistas e motoristas. A má conservação destes dispositivos pode proporcionar cenários de incidentes, como por exemplo, a ausência de lajes ou grades de ferro em bocas de lobo ou de tampas dos poços de visita.

Sendo assim, a manutenção pode ser definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema de drenagem de forma a reduzir o risco de falhas devido ao mau funcionamento de seus componentes. De acordo com Lafayette *et al.* (2018), a manutenção do sistema de drenagem pode ser dividida em 3 categorias:

- 1- **Manutenção preventiva:** Consiste na intervenção programada que visa manter o sistema de drenagem apto a funcionar de modo adequado, com programação sistemática e periódica. Geralmente caracterizada como as limpezas e

desobstruções. Baptista, Nascimento e Barraud (2005) destacam a importância das ações preventivas no controle das fontes de poluição, considerando o elevado risco de contaminação causado pela drenagem urbana;

- 2- **Manutenção corretiva:** Trata da intervenção realizada após a ocorrência de eventuais falhas do sistema ou até mesmo após seu funcionamento, como no caso dos reservatórios de detenção após a ocorrência dos eventos de chuva intensa. Caracterizada como os reparos dos dispositivos defeituosos;
- 3- **Manutenção preditiva:** Prevê quando deverá ser feita a intervenção, baseando-se no estado de conservação e funcionamento dos elementos de drenagem. Exige o acompanhamento periódico através de verificação pontual da rede de galerias, canaletas, poços de visita e caixas coletoras, etc. Este tipo de manutenção indica as condições reais de funcionamento dos elementos ou equipamentos, prediz o tempo de vida útil dos componentes, evitando danos, aumentando o grau de confiança no desempenho dos elementos, e reduzindo os serviços emergenciais não planejados.

De acordo com o diagnóstico apresentado no **item 4**, atualmente as manutenções realizadas pela Secretaria de Obras, bem como as limpezas executadas pela COMDEP, possuem características especialmente corretivas, atuando na resolução de problemas pontuais tanto nas redes de microdrenagem, quanto nas galerias e cursos d'água que compõem a macrodrenagem. De forma geral, as ações de limpeza realizada pela COMDEP apresentam caráter preventivo, uma vez que visam a retirada de folhas secas, sedimentos, entulhos e resíduos sólidos do município, contribuindo para a minimização dos impactos relacionados às chuvas intensas. Com exceção das ações de limpeza da COMDEP, não foi observada a cultura de manutenção preventiva e ainda menos de manutenção preditiva no município. Como abordado ao longo deste item, para que seja possível a aplicação deste tipo de manutenção é necessário, inicialmente, que o município tenha o cadastro dos dispositivos, contendo características técnicas capazes de refletir as condições operacionais da rede.

A manutenção é fundamental para o correto funcionamento dos sistemas, para que estes atinjam os objetivos para os quais foram instalados. Assim, os trabalhos de rotina necessários para manter e preservar o sistema em condições de utilização devem sempre ser executados para entrarem em operação, quando necessário.



Assim, o desenvolvimento de diretrizes que orientem a execução e serviços de manutenção e limpeza são imprescindíveis para o funcionamento de componentes para drenagem. Essa tarefa é fundamental, mas nem sempre é dada a merecida atenção a este tema. Grande parte das ações de manutenção de drenagem estão focadas na correção de problemas gerados após intensos períodos de chuva, mas nem sempre são adotadas ações preventivas.

Desta forma, para se contemplar o assunto da maneira mais racional possível é fundamental a realização de abordagem tanto qualitativa como quantitativa, abrangendo toda a complexidade do problema. Assim, surge a hipótese de que a elaboração de propostas para execução e Plano de gerenciamento, operação e manutenção são fundamentais para garantir a funcionalidade do sistema de drenagem.

A adequada manutenção dos sistemas de drenagem está diretamente relacionada ao mapeamento e diagnósticos da rede de drenagem de um município. Quanto mais detalhado e preciso for o diagnóstico, mais eficaz serão as medidas indicadas nos planos de drenagem. Isso porque cada município apresenta suas particularidades quanto ao sistema de drenagem e entender essas características é fundamental para a sugestão de medidas de forma mais personalizada.

5.1 CADASTRO DOS PONTOS CRÍTICOS

O cadastro dos pontos críticos pode ser definido como o mapeamento dos trechos de sistemas de drenagem que apresentem maior recorrência de problemas, seja relacionado ao comprometimento hidráulico ou à segurança dos usuários. Um indicador notório dos pontos críticos é a ocorrência de alagamentos, inundações e enxurradas, impactando diretamente na mobilidade urbana e que traduzem a ineficiência do sistema de drenagem, seja pelo dimensionamento inadequado da rede ou por comprometimento das seções de escoamento.

Alguns desdobramentos dos alagamentos e inundações podem reforçar a presença de ponto crítico relacionado ao sistema de drenagem, como é o caso do registro do número de edificações, residenciais ou comerciais, e de pessoas afetadas pelos alagamentos ou inundações, gerando prejuízos materiais ou de risco de morte.

Para o registro destas informações é fundamental uma interação entre os diversos setores

municipais, os quais devem unir forças para que haja um controle efetivo destes registros, bem como seu adequado processamento e conferência dos dados. Assim, a defesa civil municipal desempenha um importante papel no cadastro dessas ocorrências, principalmente no caso de alagamentos e inundações que coloquem em risco os bens materiais e vidas humanas.

Além da defesa civil, devem fazer parte desse cadastro de ocorrências a Secretaria de Obras e a COMDEP, que atuam diretamente na manutenção e limpeza dos dispositivos, especialmente em períodos de chuvas intensas. Ainda, Petrópolis conta com o CIMOP, que através das câmeras de segurança, que atualmente são utilizadas pela Defesa Civil nas ações de monitoramento, podem contribuir com o registro das ocorrências através de capturas das câmeras.

Sendo assim, a **Tabela 12** abaixo compila os principais indicadores que devem ser monitorados para detecção dos pontos críticos de alagamento para o plano de manutenção e operação do sistema de drenagem.

Tabela 12 – Indicadores e Órgãos responsáveis pelo cadastro das informações

Indicador	Fontes de informação
Pontos críticos de alagamento e inundação - Data e localização da ocorrência - Número de imóveis atingidos - População atingida - Prejuízos materiais - Ocorrência de mortes - Interferência com a mobilidade - Frequência de ocorrência - Registros fotográficos	- Defesa Civil - Centro Integrado de Monitoramento e Operações de Petrópolis (CIMOP) - Secretaria de Obras (SMO) - Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP)
Demandas da população	- Central de atendimento do município - Ouvidorias da Prefeitura ou Defesa Civil - Redes sociais - Meios de comunicação (imprensa)
Chuvas - Intensidade - Frequência - Distribuição espacial	Rede de monitoramento hidrometeorológico - INEA - CEMADEN - CEMADEN-RJ - INMET
Data da última inspeção	Defesa Civil

Indicador	Fontes de informação
	- Secretaria de Obras (SMO) - Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP)

É importante destacar que, como mencionado no **item 4.3.1.3**, a Defesa Civil já conta com o Sistema de Gestão de Ocorrências, que registra todas as ocorrências desde o pedido inicial, englobando informações obtidas em vistoria, laudo técnico e informações sobre interdição do imóvel. No entanto, não foram identificadas iniciativas similares em outras secretarias e órgãos municipais envolvidos na elaboração deste Plano. Além disso, embora tais ocorrências sejam registradas pela Defesa Civil, as secretarias consultadas não possuem um sistema de informações em drenagem urbana, que deve compreender, dentre outros dados, o mapeamento georreferenciado dos pontos críticos de alagamento e inundação, sendo este um produto essencial para fins de segurança hídrica municipal.

Os indicadores apresentados na tabela acima deverão ser quantificados com base nos levantamentos pré-existentes, bem como critérios a serem definidos em comum acordo entre as entidades envolvidas. Mas essa pontuação deverá ser para medir a criticidade do ponto, ou seja, quanto maior o valor do indicador, mais crítico será o ponto mapeado.

Visando a efetividade do cadastro dos pontos críticos de alagamento é fundamental que sejam registradas também as possíveis causas dos problemas, quando factível, como por exemplo:

- Obstrução da rede de drenagem (presença de lixo, sedimentos ou outros materiais);
- Avarias na rede de drenagem (trincas, abatimento, rompimento, etc);
- Ausência de dispositivos de drenagem;
- Subdimensionamento da rede.

As informações dos pontos críticos de alagamento deverão ser organizadas de forma espacializada através de ferramentas de geoprocessamento, buscando apresentar um mapa da cidade com esses pontos críticos, o qual deverá ser atualizado periodicamente, principalmente após eventos de chuva intensa.

5.2 PLANEJAMENTO

A etapa do planejamento consiste na fase de preparação das atividades a serem desenvolvidas em que serão estabelecidos os passos a serem seguidos para o cumprimento dos objetivos de forma mais efetiva. Assim, é fundamental a definição do objetivo de forma clara, bem como o estabelecimento de metas para otimizar seu atendimento.

Para que seja possível realizar as ações de planejamento, recomenda-se que o município crie um **Sistema de Informações de Drenagem Urbana (SINDUR)**, uma plataforma digital interativa que centraliza e organiza dados em tempo real sobre o funcionamento, manutenção e operação dos sistemas de drenagem. Esse sistema serve como base para reunir todos os dados inerentes ao sistema de drenagem, auxiliando a tomada de decisões estratégicas na gestão dos sistemas.

Para o estabelecimento das metas da manutenção e operação do sistema de drenagem, é essencial o conhecimento detalhado da rede de drenagem existente na área de abrangência do plano, que neste caso corresponde ao município de Petrópolis. Assim, é imprescindível a realização de um levantamento completo da rede, juntamente com o cadastro topográfico do terreno, ambos a serem executados de forma georreferenciada. Isso facilitará o entendimento da dinâmica da drenagem local, identificando os caminhos preferenciais da drenagem no terreno, bem como os diferentes tipos de dispositivos e suas dimensões, tanto da microdrenagem quanto da macrodrenagem. Atualmente, o município não conta com este mapeamento. Reforça-se, portanto, a necessidade do **cadastro dos dispositivos que compõem a rede de drenagem**, sendo esta uma etapa essencial para garantir a eficácia do gerenciamento e a execução das ações necessárias para a manutenção e operação adequadas do sistema.

Além disso, durante a fase de planejamento, é fundamental a elaboração de um **arquivo técnico** detalhado, que deve ser composto por todos os documentos relativos ao projeto e construção do sistema de drenagem, como memoriais descritivos, cálculos, desenhos técnicos, especificações e relatórios de estudos hidrológicos e hidráulicos. O arquivo técnico serve como um repositório das informações cruciais para entender a configuração do sistema, suas capacidades e limitações, além de fornecer uma base sólida para as intervenções futuras. Esse arquivo deve ser mantido constantemente atualizado, o que deve ser feito durante as etapas de execução, controle da manutenção e fiscalização, refletindo



modificações ou melhorias realizadas ao longo do tempo.

Para uma gestão eficiente da drenagem urbana, é fundamental não apenas cadastrar os pontos críticos com base nas ocorrências e observações após chuvas intensas, mas também realizar mapeamentos de inundação embasados em estudos hidrológicos e hidráulicos, através de modelagens hidrodinâmicas dos sistemas de drenagem, considerando tempos de recorrência adequados de acordo com o tipo de estrutura e com a finalidade do estudo. Esses estudos também caracterizam a manutenção preditiva, pois conseguem prever pontos críticos de inundações e alagamento, através da avaliação da interação entre os dispositivos de microdrenagem e a macrodrenagem, especialmente no que se refere ao funcionamento de cursos d'água e grandes galerias, que desempenham um papel essencial na condução dos maiores volumes de escoamento superficial. Tais mapeamentos são importantes para subsidiar a elaboração de planos, como Plano Diretor de Drenagem, Plano de Gestão de Risco de Inundações, Plano Municipal de Redução de Risco, Plano Diretor Municipal, dentre outros, essenciais para que o município realize uma gestão mais eficiente e integrada dos recursos hídricos e da drenagem.

Como mencionado anteriormente, reforça-se que, para a elaboração dessas análises, é imprescindível que o município disponha de um levantamento detalhado da rede de drenagem e da hidrografia local, cadastro topográfico do terreno e, ainda, mapeamento contendo delimitação das bacias hidrográficas. Esses dados são essenciais para entender o comportamento do escoamento pluvial, identificar deficiências no sistema e propor medidas eficazes para minimizar riscos de alagamentos e inundações.

Outra informação importante a ser levantada para a realização do planejamento é a disponibilidade de mão de obra e recursos destinados à manutenção da drenagem. Desta forma, será possível dimensionar e compatibilizar a rede de drenagem a ser gerenciada com a quantidade de recursos disponíveis, incluindo o número de profissionais dedicados, a quantidade e tipologia de equipamentos e o investimento disponível para tal demanda. O dimensionamento dos recursos humanos e físicos deve ser feito após análise prévia de risco, considerando grandezas como número de ocorrências, densidade demográfica, quantificação de edificações em risco, entre outras.

Um aspecto importante para o planejamento das atividades é considerar a variação sazonal das chuvas, que pode interferir significativamente na execução das ações de manutenção

do sistema de drenagem. Durante os períodos mais secos o aporte de sedimentos ou resíduos para as redes de drenagem é mais reduzido, visto que as chuvas são as grandes responsáveis pela condução desses materiais para os dispositivos hidráulicos. Nesse sentido, as ações de manutenção poderão ser mais espaçadas, comprometendo menos recursos e mão de obras. No entanto, é importante ressaltar que também se observa acúmulo de sedimentos nos períodos secos, sendo necessário que as ações de limpeza e manutenção sejam realizadas nesses períodos.

Já no período chuvoso, as constantes e intensas chuvas promovem um incremento do escoamento pluvial, fazendo com que haja um maior comprometimento das seções hidráulicas dos dispositivos em função do carreamento de sedimentos e objetos para a rede de drenagem, demandando maior atenção dos gestores quanto às ações de manutenção, sejam preventivas ou corretivas. Sendo assim, é recomendado que a programação dos trabalhos seja distinta para os períodos secos e chuvosos do ano, principalmente imediatamente antes e depois do período chuvoso.

Com base no exposto, observa-se a importância do Sistema de Informações de Drenagem Urbana (SINDUR), uma vez que este possibilita o cadastro e a análise de dados sobre pontos críticos, equipe técnica, atividades realizadas, redes de drenagem, eventos de inundação e manutenção dos dispositivos, dentre outras informações, facilitando a programação, execução e fiscalização das ações de drenagem. Além disso, o sistema permite integrar informações de diferentes setores, promovendo uma gestão mais eficiente e baseada em dados atualizados. Além de sua importância para as ações de planejamento, sua criação também deve ser considerada uma iniciativa essencial para as ações de manutenção e fiscalização, pois a partir dele é possível estruturar todas as demais ações de forma organizada e eficaz.

5.3 PROGRAMAÇÃO

A programação dos serviços consiste na etapa de avaliação da demanda total da manutenção e, a partir dessa contabilização, definir os pontos focais e as funções de cada profissional envolvido, determinando ainda como as ações serão desenvolvidas e um cronograma de execução. As informações obtidas por meio da etapa de planejamento serão úteis para a etapa de programação, em que já serão conhecidos os recursos financeiros e quantidade de mão de obra e equipamentos dedicados às atividades de manutenção e



operação dos sistemas de drenagem.

O **cadastro da malha de drenagem existente** deverá apresentar informações detalhadas sobre os dispositivos objetos de manutenção. Um dos pontos importantes é conhecer a tipologia do dispositivo, como por exemplo, bueiro simples, duplo ou triplo; galeria celular; bueiro de transposição de talvegue; caixas coletoras; bocas de lobo; sarjetas; dentre outros. Outra informação importante é o tipo de revestimento de cada dispositivo, podendo ser de concreto, ferro, PVC, revestimento natural em solo ou grama, pedra argamassada, dentre outros. E por fim, conhecer a extensão da malha de drenagem objeto de manutenção, visto que esta informação interfere diretamente no cronograma de execução.

Com base nas informações da mão de obra disponível, levantadas na etapa anterior (planejamento), deverá ser estabelecida a divisão da equipe de acordo com a malha existente, levando em consideração uma produtividade média da equipe. Essa produtividade média poderá ser estimada com base nas informações pretéritas sobre a manutenção da malha de drenagem. De acordo com a produtividade obtida, que pode ser expressa em índices como, por exemplo, metros de rede de drenagem limpos por dia, será possível dimensionar melhor o efetivo necessário para atendimento a um prazo específico.

Diante do exposto, constam listadas abaixo as informações necessárias a serem fornecidas pelo município para que seja desenvolvida a programação adequada:

- Extensão da rede de drenagem total do município, em metros, considerando as diferentes tipologias;
- Nº de caixas, bocas de lobo e poços de visita que passarão por manutenção;
- Efetivo a ser disponibilizado para a manutenção da rede de drenagem;
- Equipamentos e ferramentas disponíveis para executar os serviços de manutenção;
- Extensão da rede limpa nos últimos anos, separada pelas diferentes tipologias de dispositivos;
- Quantidade de profissionais envolvidos na limpeza dos dispositivos nos últimos anos.

5.4 EXECUÇÃO

Na execução dos serviços de manutenção serão desenvolvidas as ações previstas nas



etapas de planejamento e programação, envolvendo os serviços de rotina, sendo eles a inspeção, a limpeza e reparos dos dispositivos. Considerando a matriz de responsabilidade de Petrópolis, os principais atores municipais responsáveis por esses serviços são Secretaria Municipal de Obras e COMDEP. De maneira complementar, o Governo do Estado também aparece como ente importante atuando nas dragagens dos cursos d'água e na manutenção e operação do Túnel Extravasador, importante estrutura de drenagem para o município.

5.4.1 Inspeção

A inspeção consistirá na verificação e acompanhamento das condições dos dispositivos hidráulicos, permitindo prever a necessidade de ajuste ou reparos. Assim, deverão ser observados critérios relacionados à presença de sedimentos ou resíduos sólidos comprometendo o escoamento do fluxo d'água, bem como o seu nível de comprometimento. Durante a inspeção deve ser verificado também a presença de avarias nos dispositivos de drenagem, tais como trincas, rachaduras, processos erosivos, afogamento, possíveis problemas relacionados à declividade, bem como seu nível de criticidade, dentre outros.

Todas as informações obtidas com a inspeção deverão ser registradas, preferencialmente com o uso de formulários que contenham também os dados sobre a localização do ponto vistoriado, a data e o horário da vistoria, o tipo de dispositivo vistoriado e suas dimensões, além das informações destacadas no parágrafo anterior. Registros fotográficos também são essenciais para a ilustração visual do cenário descrito. Um modelo de formulário sugerido para utilização durante as inspeções está sendo elaborado e será apresentado no **Produto 3 – Organização de Serviço de Manutenção**.

Com relação à frequência das inspeções, é recomendável que sejam realizadas a cada 60 dias em dispositivos como sarjetas, bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos ou fechados. Com relação aos reservatórios de amortecimento ou detenção, deverão ser realizadas inspeções mensais durante o período de estiagem. Já no período chuvoso, as inspeções deverão ser quinzenais e imediatamente após ocorrência de evento chuvoso, mantendo uma equipe sempre disponível e mobilizada para essas ações.

Vale enfatizar que, embora complementares, a inspeção e a fiscalização consistem em serviços distintos. A inspeção visa monitorar continuamente o sistema, identificando falhas



e irregularidades em tempo real, como entupimentos ou danos, permitindo intervenções rápidas. Já a fiscalização foca no cumprimento das normas e regulamentos, garantindo que obras e serviços de drenagem atendam às exigências legais e técnicas, assegurando eficiência e conformidade.

5.4.2 Limpeza e desobstrução (manutenção preventiva)

As atividades de limpeza e desobstrução dos dispositivos deverão ser desenvolvidas de acordo com os resultados das inspeções realizadas, principalmente quanto ao nível de criticidade. Assim, os pontos de maior gravidade dos problemas, identificados na inspeção, deverão ser priorizados para a limpeza. As vistorias, bem como os serviços de limpeza e desobstrução devem ser realizados com elevada frequência, principalmente após episódios pluviais que tenham gerado escoamento superficial significativo.

As obstruções têm como principal origem os resíduos sólidos transportados pelo escoamento e acumulados em dispositivos como bocas de lobo, caixas de passagem, galerias, cursos d'água e reservatórios. Esse problema ocorre devido às deficiências nos serviços de limpeza pública e ao comportamento inadequado da população, que descarta diversos tipos de objetos, incluindo entulhos, nos corpos d'água urbanos. Se o volume dos resíduos acumulados nas estruturas for muito grande, a remoção deve ser feita de forma mecânica. Caso contrário, a limpeza pode ser realizada manualmente.

As limpezas deverão ser realizadas de forma manual e/ou mecanizada, dependendo da tipologia do dispositivo e da condição observada. Dentre os equipamentos utilizados na limpeza manual, poderão ser utilizados pás, enxadas, vassouras, carrinho de mão, dentre outros. Caso seja observada a presença de vegetação em desenvolvimento dentro dos dispositivos, ela deverá ser removida.

Para a limpeza mecanizada, poderão ser utilizados equipamentos como retroescavadeiras, escavadeiras ou mini escavadeiras (bob-cat), bem como equipamentos de sucção ou com jata d'água pressurizado. Quando necessário, deverão ser associados os equipamentos manuais com os mecanizados, buscando sempre garantir a eficiência da limpeza do sistema de drenagem. De acordo com informações fornecidas pela COMDEP, entidade responsável pela limpeza dos dispositivos de drenagem no município, atualmente há deficiência de maquinários, equipamentos e veículos para a execução dos serviços, principalmente

caminhões para transporte dos resíduos retirados da rede, e veículos para transporte de pessoas e ferramentas.

Todo material oriundo da limpeza dos dispositivos deverá ser devidamente acondicionado e destinado seguindo as normas e legislações vigentes sobre o tema. Assim, este material deverá ser destinado como resíduo para o aterro sanitário, evitando a sua deposição próximo aos sistemas de drenagem. Conforme mencionado no **item 4.3**, o material oriundo da limpeza é acondicionado em sacos plásticos e direcionados para a coleta domiciliar, sendo posteriormente encaminhado ao aterro sanitário localizado em Três Rios.

Com relação a frequência das limpezas é recomendado que nas sarjetas ocorra de forma rotineira, com limpezas diárias destes dispositivos. Nos bueiros, galerias, bocas de lobo, poços de visita e canais abertos ou fechados, recomenda-se a limpeza de forma bimestral. Já para reservatórios de amortecimento ou detenção, as limpezas deverão ser mensais durante o período de estiagem e quinzenais nos períodos de chuva e após a ocorrência de evento de chuva. A **Tabela 13** a seguir compila essas informações.

Tabela 13 – Ações e frequências de limpeza dos dispositivos de drenagem

Dispositivo	Ações relacionadas	Frequência mínima
Sarjeta	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	Diariamente de forma contínua.
Bocas de lobo, bueiros, galerias, canais abertos ou fechados e poços de visita	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	A cada 60 dias, com devida atenção nos períodos de chuvas.
Reservatórios de amortecimento ou detenção	Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados. Remover vegetação. Desinfecção da área do reservatório.	Nos períodos de estiagem limpar mensalmente. Durante o período chuvoso, após a ocorrência de cada evento de chuva.

Além das ações de limpeza e desobstrução da rede, também é importante adoção de ações preventivas para o controle da poluição, como mencionado em Baptista, Nascimento e Barraud (2005). Além da limpeza das ruas, das ações de coleta, armazenamento e tratamento adequado dos resíduos sólidos, da coleta e tratamento dos efluentes antes do deságue nos cursos d'água, dentre outras medidas, recomenda-se também a adoção de medidas sustentáveis de drenagem (que compõem o conjunto de Soluções Baseadas na



Natureza – SbN). Alguns dos sistemas que podem ser adotados consistem em revestimentos drenantes como os pavimentos permeáveis, dispositivos de biorretenção como os jardins de chuva e biovaletas, e sistemas para armazenamento e infiltração de água na fonte, como os reservatórios de retenção, que possuem grande importância no controle da poluição difusa.

5.4.3 Reparos (manutenção corretiva)

Considerando que durante as atividades de inspeção poderão ser observados dispositivos danificados, que demandem uma ação de reparo, essas ações deverão ser realizadas de forma a consertar as possíveis avarias identificadas, substituindo elementos danificados ou vandalizados, bem como refazendo o revestimento dos dispositivos.

Sendo assim, esses reparos deverão ser realizados sempre que indicados durante as inspeções, não estando atrelado a uma frequência específica. Nesse sentido, os reparos podem ser caracterizados como as manutenções corretivas, que poderão ser mais simplificadas, como por exemplo, preenchimento de trincas ou recuperação do revestimento, ou mais complexas, como por exemplo a substituição de redes.

Os reparos mais simplificados poderão ser realizados de forma mais imediatista, desde que independam do desenvolvimento de estudos e projetos específicos. Alguns exemplos dessas manutenções corretivas simplificadas são:

- Preenchimento de trincas ou rachaduras nos dispositivos;
- Recuperação do revestimento, seja de concreto, solo natural ou grama;
- Recolocação de grades e tampas de dispositivos;
- Substituição pontual de dispositivos;
- Reaterro de bueiros e dispositivos.

Para os reparos mais complexos, projetos específicos poderão ser necessários visando o adequado dimensionamento das ações, evitando o agravamento do problema identificado ou retrabalho. Alguns exemplos de reparos mais complexos são:

- Substituição de trechos maiores de redes danificadas;
- Substituição de redes ou dispositivos subdimensionados;



- Substituição da tipologia de dispositivo adotado, como por exemplo, a troca de galeria aberta por fechada;
- Implantação de dispositivos dissipadores de energia, como soleiras pontuais e escadas hidráulicas;
- Canalização de cursos d'água naturais, adotando seções trapezoidais em terreno natural, onde for possível, e priorizando soluções que reduzam a velocidade, como revestimento em gabiões e adoção de escadas hidráulicas. Também, sempre que for possível, adoção de faixa marginal de proteção (FMP).

Assim, intervenções mais complexas como as mencionadas acima deverão ser realizadas mediante elaboração de projeto executivo devidamente fundamentado pelos estudos técnicos necessários, bem como o adequado planejamento das ações executivas. Cabe destacar que as intervenções em cursos d'água, como é o caso de canalizações, dependem da autorização do órgão ambiental responsável, com a aprovação dos estudos técnicos e projetos pelo referido órgão.

5.5 CONTROLE DA MANUTENÇÃO

O controle da manutenção deverá ser realizado através da emissão de **relatórios operacionais**, os quais permitirão a análise do desempenho operacional e avaliação do histórico dos componentes do sistema de drenagem, assim como informações de ocorrência. Sendo assim, é recomendado que sejam produzidos **relatórios diários** com as ações desenvolvidas, como se fosse um diário de obras, com foco nas ações de manutenção do sistema de drenagem.

Além disso, deverão ser produzidos **relatórios mensais**, compilando as informações registradas nos diários de manutenção de drenagem, possibilitando formar um banco de dados com as ações desenvolvidas mensalmente. A equipe responsável pela elaboração dos relatórios mensais deverá ser comprometida com a atualização dos dados do **arquivo técnico**, cobrando a produção e entrega dos diários de manutenção pela equipe de campo. Este processo é fundamental para garantir que todos os dados estejam sistematicamente organizados e acessíveis para futuras análises e planejamento de ações corretivas ou preventivas.

Por fim, deverão ser produzidos os **relatórios anuais** contendo a compilação de todas as

ações desenvolvidas ao longo do ano. Essas informações são fundamentais para criar um banco de dados das atividades de manutenção, avaliando a energia de trabalho despendida e possibilitando a calibração da taxa de produtividade. As informações dos relatórios anuais também alimentarão os indicadores do plano de operação.

No contexto da gestão de manutenção, é essencial que o **sistema de manutenção** inclua a gestão do arquivo técnico e do cadastro dos componentes do sistema de drenagem, além da elaboração de um programa de manutenção bem estruturado. Como mencionado na etapa de planejamento, o arquivo técnico deve conter todos os documentos relativos ao projeto e à construção da rede de drenagem, como memoriais descritivos, cálculos e desenhos técnicos. O cadastro dos componentes deve registrar as condições e informações relevantes sobre os dispositivos do sistema, permitindo um controle rigoroso de sua vida útil, da necessidade de manutenções programadas e da análise dos custos de manutenção. A partir desses dados, é possível realizar uma avaliação detalhada do impacto financeiro das intervenções necessárias, garantindo que os recursos sejam alocados de maneira eficiente.

O programa de manutenção deve ser detalhado e organizado para garantir que as ações corretivas e preventivas sejam realizadas de maneira eficiente. Ele deve ser constantemente atualizado, à medida que novas informações surgem a partir dos relatórios diários, mensais e anuais. Essas informações não apenas contribuem para a melhoria contínua dos processos, mas também fornecem dados cruciais para avaliar os custos de manutenção, o que facilita o planejamento orçamentário e a alocação de recursos. Além disso, o programa deve refletir as experiências adquiridas na gestão do sistema, ajustando-se com base nas necessidades e desafios identificados ao longo do tempo.

A gestão do sistema de manutenção deve seguir um diagrama funcional, como mostra a **Figura 73**, que envolva as etapas essenciais para garantir a eficácia e a continuidade das operações.

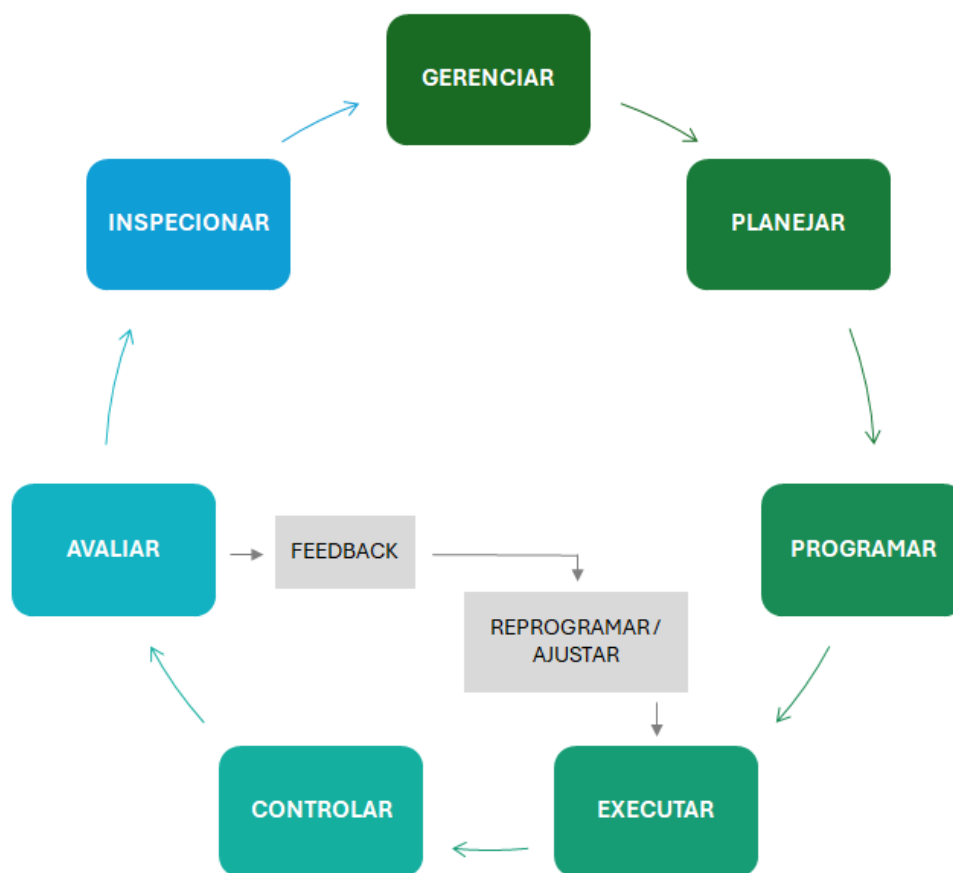


Figura 73 – Diagrama Funcional do Sistema de Manutenção de Drenagem

Essas etapas incluem:

- ❖ **Gerenciar:** Supervisão e controle geral do sistema de manutenção, assegurando a integração de todas as atividades, o cumprimento dos objetivos estabelecidos e a correta alocação de recursos. Garantir que as decisões tomadas sejam baseadas em dados atualizados e integrados.
- ❖ **Planejar:** Definir as ações a serem realizadas com base nas condições atuais do sistema, considerando os recursos disponíveis, as prioridades identificadas e a necessidade de intervenções. A fase de planejamento deve ser fundamentada em dados históricos e informações de monitoramento contínuo, prevendo também as possíveis contingências.
- ❖ **Programar:** Organizar as atividades de manutenção em cronogramas detalhados, estabelecendo as datas e períodos para execução das intervenções. Esta fase leva em consideração a sazonalidade, a criticidade dos componentes do sistema e as restrições orçamentárias, assegurando que as ações sejam realizadas de forma eficiente e dentro do prazo.



- ❖ **Executar:** Realizar as intervenções de manutenção, tanto corretivas quanto preventivas, conforme o planejamento e a programação estabelecidos. A execução deve ser rigorosamente monitorada para garantir que todas as ações sejam implementadas conforme as especificações e padrões definidos.
- ❖ **Controlar:** Monitorar continuamente o andamento das atividades de manutenção, assegurando que sejam realizadas conforme o planejado. Durante essa fase, é importante registrar dados sobre os custos de manutenção e avaliar a eficácia das ações, ajustando o plano conforme necessário e buscando otimizar os recursos e a performance do sistema.
- ❖ **Avaliar:** Após a execução, é essencial avaliar a eficiência das intervenções realizadas. A avaliação deve considerar os resultados alcançados, o impacto das ações no desempenho do sistema e possíveis melhorias. Este feedback orienta as próximas etapas do ciclo de manutenção, garantindo que o sistema de drenagem seja mantido de forma contínua e eficiente. Caso sejam identificadas necessidades de melhorias, o sistema deve ser ajustado ou reprogramado, e novamente executado, conforme exposto no diagrama da
- ❖ **Inspecionar:** Realizar inspeções detalhadas para avaliar o desempenho do sistema de drenagem após as manutenções, identificar possíveis falhas ou áreas de melhoria e registrar a necessidade de novas intervenções. A inspeção é uma etapa crucial para assegurar que o sistema continue operando de maneira eficiente, econômica e segura.

Essas etapas, quando bem executadas, permitem que o sistema de drenagem funcione de maneira otimizada, reduzindo os custos de manutenção ao longo do tempo, e garantindo a eficácia das intervenções realizadas.

5.6 FISCALIZAÇÃO

A Fiscalização ficará responsável por atestar a qualidade dos serviços executados, assim como garantir que as ações sejam executadas com base no planejamento e programação dos serviços, bem como respeitando as normas técnicas, regulamentos e legislações relacionadas. Ainda, ficará responsável pela aprovação dos relatórios produzidos, realizando a conferência das ações registradas em campo.

De forma sucinta, a fiscalização deverá realizar, dentre outras, as seguintes atividades:



- Registrar todas as ações de fiscalização através de **Boletins de Fiscalização de Serviço (BFS)** de Drenagem;
- Manter um **arquivo técnico completo** e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o cronograma e relatórios de serviços;
- Analisar o planejamento de execução a ser apresentado pela equipe responsável no início dos trabalhos;
- Solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou sequência dos serviços em execução, bem como às interferências e interfaces dos serviços a serem executados;
- Solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços;
- Exercer rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- Verificar e aprovar os relatórios de execução dos serviços;
- Verificar e aprovar eventuais acréscimos de serviços necessários ao perfeito funcionamento do sistema.

Tendo em vista a recomendação de que o município crie um Sistema de Informações de Drenagem Urbana (SINDUR), os **Boletins de Fiscalização de Serviço (BFS)** aparecem como uma ferramenta de registro utilizada para formalizar a execução de atividades de manutenção, operação e implantação de sistemas de drenagem. As informações coletadas pelos boletins favorecem o monitoramento e a avaliação quanto à execução dos serviços, e devem ser inseridas no SINDUR, garantindo a atualização do sistema e facilitando a tomada de decisões dos órgãos responsáveis. Servem para garantir que as atividades realizadas estejam em conformidade com os padrões técnicos, os prazos estabelecidos e as normas vigentes.

Convém salientar que a fiscalização dos serviços de drenagem urbana, por meio de ferramentas como o Boletim de Fiscalização de Serviço (BFS), é essencial para garantir a qualidade e a eficiência das intervenções realizadas. No entanto, para que a fiscalização seja eficaz, é necessário que ela esteja amparada por um arcabouço regulatório sólido, o



que ainda é uma lacuna na maioria dos municípios brasileiros, incluindo Petrópolis.

A regulação estabelece normas, padrões de qualidade, responsabilidades e mecanismos de controle sobre os serviços de drenagem, garantindo que as ações de manutenção, operação e obras sejam realizadas de forma eficiente e transparente. No entanto, apesar das diretrizes estabelecidas pelos marcos regulatórios de saneamento básico (Lei 11.445/2007 e Lei 14.026/2020) sobre as regulações dos serviços de saneamento, incluindo drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, não há evidências de iniciativas concretas de regulação para os serviços de drenagem urbana em Petrópolis, realidade que se repete na maioria dos municípios brasileiros.

A ausência de um marco regulatório municipal dificulta a fiscalização efetiva, tornando o monitoramento dos serviços dependente apenas da boa gestão municipal, sem critérios padronizados para cobrança de desempenho e qualidade. Isso resulta em deficiências na manutenção preventiva, maior incidência de problemas estruturais e menor eficiência na resposta a eventos críticos.



6 SISTEMA DE MONITORAMENTO EM TEMPO REAL

O sistema de monitoramento em tempo real é uma ferramenta essencial para a gestão dinâmica e eficiente dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Consiste em uma das medidas de manutenção preditiva, uma vez que permite que o município monitore as condições operacionais do sistema continuamente, identificando problemas em tempo hábil e possibilitando intervenções rápidas, o que é crucial para evitar alagamentos, inundações, danos à infraestrutura e outros impactos negativos. Esse tipo de sistema integra tecnologia e dados em tempo real para otimizar o controle, a manutenção e a operação dos sistemas de drenagem.

O diagnóstico do município de Petrópolis apontou que, atualmente, o monitoramento em tempo real é realizado pela Defesa Civil (nível municipal), pelo INEA e pelo CEMADEN-RJ (nível estadual) e pelo INMET e CEMADEN (nível federal), através de estações fluviométricas (com sensores de nível e/ou medição de vazão) e de estações pluviométricas. Em relação ao monitoramento dos níveis d'água nos rios e canais de drenagem de Petrópolis, destaca-se a atuação do INEA, que conta com 8 estações de nível (fluviométrica) instaladas nos rios Palatinato, Piabanha, Quitandinha, Cuiabá e Santo Antônio.

Tendo em vista que o município de Petrópolis não possui rede própria de estações, a Defesa Civil utiliza os dados das estações pluviométricas e fluviométricas das instituições mencionadas acima, além de radares meteorológicos para monitorar e prever a intensidade e o deslocamento das precipitações pluviométricas, e câmeras de segurança da CIMOP, para visualização das condições dos dispositivos de drenagem e dos alagamentos nas áreas urbanas.

Dessa forma, a manutenção do sistema de monitoramento em tempo real de Petrópolis depende não só de ações municipais, como também estaduais e federais, tendo em vista que a responsabilidade pela operação e manutenção das estações pluviométricas e fluviométricas é designada a cada instituição.

De acordo com o Termo de Referência para Operação e Manutenção da Rede Hidrometeorológica e Demais Serviços de Hidrometria elaborado em 2019 e disponibilizado pelo INEA, as manutenções das estações de monitoramento devem ser preventivas e corretivas.



As visitas de **manutenção preventiva** devem ocorrer mensalmente em cada estação e devem incluir a verificação e, se necessário, o reparo ou substituição dos seguintes itens: aspecto externo da estação (limpeza, capina, pintura e vedação), fixações mecânicas, conexões elétricas, antena, gabinete, CPU, equipamentos de transmissão e recepção, sinalização e identificação, baterias, painel solar, sensor pluviométrico (filtros, balança e contagem), sensor de nível d'água e sua tubulação (fixação, limpeza, aferição), sensores meteorológicos (limpeza, aferição), réguas limnimétricas (limpeza e nivelamento) e RNs (estado de conservação), equipamentos de segurança para acesso à estação (escadas, guarda-corpo, etc.) e qualquer outra anormalidade relevante para garantir a operação adequada das estações. A manutenção preventiva deve incluir também a verificação de interferências físicas que possam comprometer as leituras pluviométricas ou fluviométricas e a autonomia de energia da estação; realizar o download dos dados brutos armazenados nas estações conforme o formato padronizado pelo INEA; registrar a substituição de peças sobressalentes e consumíveis durante reparos imediatos; nivelar ou instalar réguas para garantir a leitura correta do nível d'água do rio durante a visita. Recomenda-se, ainda, que a manutenção do datalogger siga o manual do equipamento, com testes periódicos e emissão de relatórios. Durante as visitas, a equipe deve preencher as fichas de manutenção, enviadas semanalmente para o INEA, garantindo a boa conservação dos equipamentos,

As **manutenções corretivas** devem ser feitas sempre que forem identificadas anomalias no funcionamento das estações telemétricas, tomando as providências necessárias para restabelecer seu pleno funcionamento. Todas as ocorrências deverão ser registradas em um livro digital, conforme o formato disponibilizado pelo INEA. Dos equipamentos, a manutenção corretiva deve ser realizada em até 48 horas e o restabelecimento da transmissão de dados em até 24 horas. Deve ser preenchida uma ficha de manutenção corretiva com detalhes dos procedimentos realizados, incluindo registros fotográficos e informações sobre peças e calibração. A ficha deve ser enviada em até 2 dias úteis após a visita.

Com o objetivo de auxiliar na identificação de ajustes necessários nos sensores, os observadores, deverão ir, diariamente, até as estações para registrar nas cadernetas de observação de campo a leitura do nível d'água na régua e do pluviômetro, incluindo o horário da medição. Os dados registrados deverão ser reunidos e enviados ao INEA a cada mês, consolidando as informações nos relatórios em boletins de observação de campo.

A avaliação da rede de monitoramento do município de Petrópolis foi baseada no Relatório do Plano de Readequação da Rede 2024, fornecido pelo INEA, que aponta as necessidades de expansão e modernização da rede hidrometeorológica do Estado do Rio de Janeiro. O plano classifica as ações em: Supressão de pontos, Modernização e Expansão. Para Petrópolis, foram identificadas 8 estações pluviométricas a serem suprimidas, sem menção a estações fluviométricas. Contudo, na lista de estações a serem modernizadas, 9 das 19 estações da rede do município, pertencentes ao sistema de alerta de cheias, foram destacadas, conforme a **Tabela 14**.

Tabela 14 – Estações de Monitoramento do INEA em Petrópolis - Modernização. Fonte: Plano de Readequação da Rede 2024 (INEA, 2024)

RH	Município	Estação	Rio monitorado	Latitude	Longitude	Finalidade
4	Petrópolis	Alto da Serra	Rio Palatinado	-22,51380	-43,17290	Alerta
4	Petrópolis	Bingen	Rio Piabanha	-22,50933	-43,19578	Alerta
4	Petrópolis	Centro	Rio Quitandinha	-22,51228	-43,17997	Alerta
4	Petrópolis	Corrêas - Igreja	Rio Piabanha	-22,44342	-43,14144	Alerta
4	Petrópolis	Cuiabá	Rio Cuiabá	-22,36964	-43,06850	Alerta
4	Petrópolis	Itaipava	Rio Santo Antônio	-22,40589	-43,10253	Alerta
4	Petrópolis	Capim Roxo	Estação Pluviométrica	-22,35119	-43,19167	-
4	Petrópolis	LNCC	Estação Pluviométrica	-22,52992	-43,21708	-
4	Petrópolis	Samambaia	Estação Pluviométrica	-22,46014	-43,14122	-

A expansão da rede em Petrópolis é ilustrada através do mapa da **Figura 74**, que apresenta as estações da RH IV – Piabanha. A escolha dos pontos para a instalação das estações foi feita com base em critérios como o Mapa de Vulnerabilidade a Inundações da ANA, o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERHI) e a análise das áreas mais afetadas por eventos de inundação. Pela **Tabela 15**, observa-se que, além desses critérios, a expansão também levou em conta pontos sugeridos pela Defesa Civil, conforme a demanda municipal por monitoramento.

Dessa forma, para o monitoramento dos cursos d'água, a expansão prevê a instalação de estações nos seguintes corpos hídricos:

- Rio da Cidade - 2;
- Rio Santo Antônio - 1;
- Rio Piabanha - 2;

- Rio Quitandinha – 2;
- Afluente do Rio Quitandinha – 1;
- Rio Itamarati – 1;
- Rio do Jacó – 1;
- Lago Nogueira – 1.

Tabela 15 – Estações de Monitoramento do INEA em Petrópolis - Expansão. Fonte: Plano de Readequação da Rede 2024 (INEA, 2024)

RH	Município	Estação	Rio monitorado	Latitude	Longitude	Demanda	Ano de avaliação
4	PETRÓPOLIS	BONSUCESSO	RIO DA CIDADE	-22,4569263	-43,2151924	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	CAMPO BENFICA	RIO SANTO ANTÔNIO	-22,3954423	-43,1219749	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	CEU DA POSSE	RIO PIABANHA	-22,2576908	-43,0759789	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	CORREAS - PRADO	RIO PIABANHA	-22,4560438	-43,1428762	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	DUAS PONTES	AFLUENTE DO RIO QUITANDINHA	-22,5217138	-43,1849773	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	GENERAL RONDON	RIO QUITANDINHA	-22,5329480	-43,2049904	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	ITAMARATI	RIO ITAMARATI	-22,2906390	-43,0905560	INEA	2018
4	PETRÓPOLIS	JACÓ	RIO DO JACÓ	-22,4018860	-43,0869500	INEA	2018
4	PETRÓPOLIS	LAGO	LAGO NOGUEIRA	-22,4199625	-43,1295457	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	BONSUCESSO	RIO DA CIDADE	-22,4569263	-43,2151924	Defesa Civil	2024
4	PETRÓPOLIS	SEDE DA PREFEITURA	RIO QUITANDINHA	-22,5074384	-43,1815941	Defesa Civil	2024

Avaliando o monitoramento existente no município, bem como as propostas de modernização e expansão da rede, observa-se que este é realizado por diversas instituições nos níveis municipal, estadual e federal, contribuindo significativamente para o acompanhamento das condições hidrometeorológicas da região. No entanto, a ausência de uma rede própria do município evidencia a necessidade de maior autonomia na gestão desses dados.

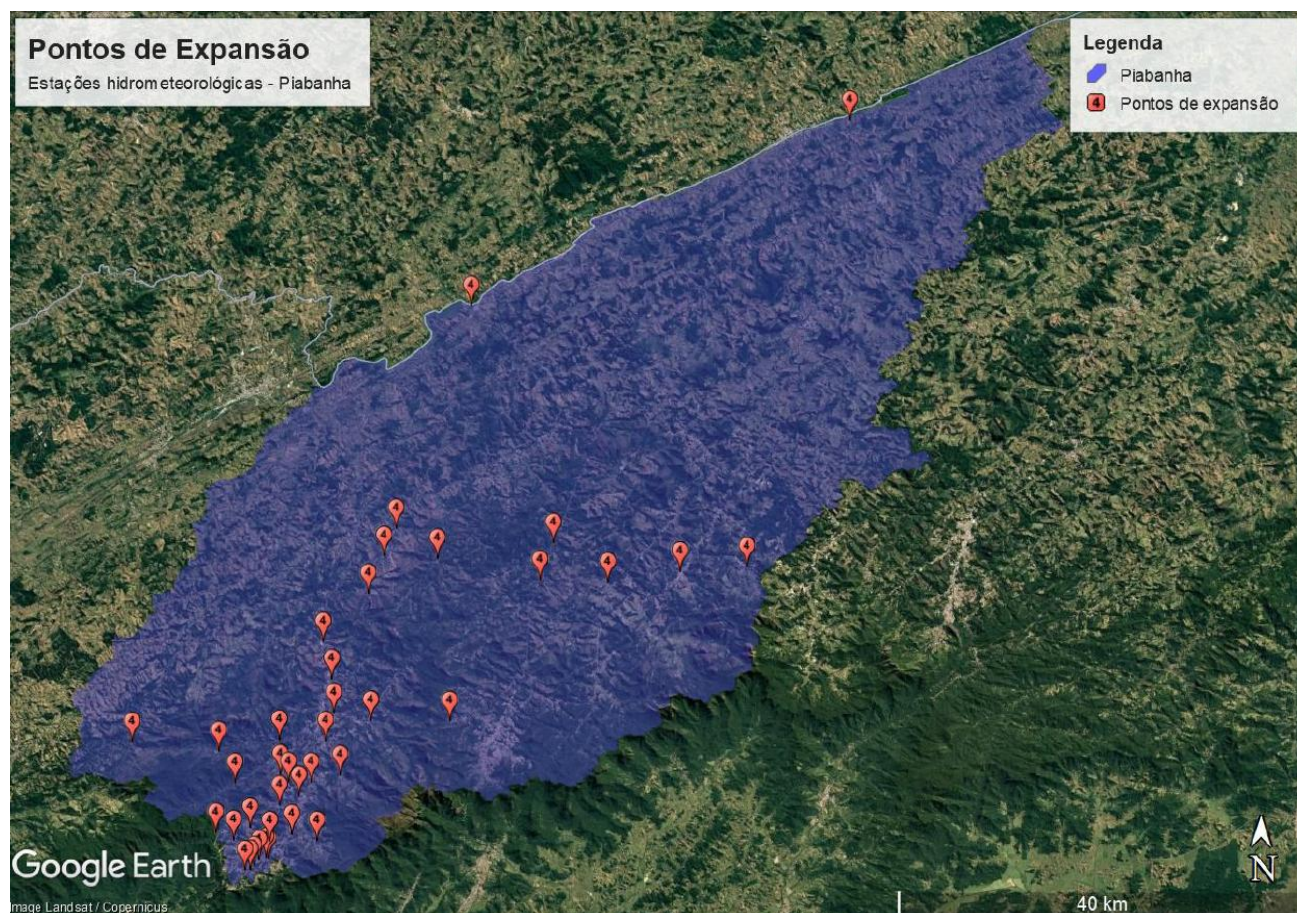


Figura 74 – Pontos de expansão da rede hidrometeorológica da RH IV – Piabanha

As diretrizes para a manutenção das estações de monitoramento, estabelecidas no Termo de Referência para Operação e Manutenção da Rede Hidrometeorológica do INEA, podem ser aplicadas ao município caso este venha a ter sua rede própria. Destaca-se a importância de inspeções regulares, das manutenções preventivas e corretivas e a adoção de procedimentos padronizados para garantir a confiabilidade dos dados. A observação de campo também desempenha um papel relevante na calibração dos sensores e na precisão das informações coletadas.

Por fim, a expansão e aprimoramento do monitoramento em Petrópolis deve considerar a integração de tecnologias avançadas e a articulação entre diferentes esferas de governo, de forma a fortalecer a capacidade de resposta do município frente a eventos hidrológicos extremos.

7 CONCLUSÕES

Com base nas análises apresentadas, fica evidente que a manutenção e operação dos sistemas de drenagem são fundamentais para garantir o funcionamento eficiente da infraestrutura urbana e minimizar os impactos de chuvas intensas. A ausência de uma cultura de manutenção preventiva e preditiva no município de Petrópolis compromete a eficiência da rede de drenagem, resultando em intervenções corretivas que podem aumentar os impactos hidrológicos e os prejuízos à população. A implementação de diretrizes claras para a manutenção e operação do sistema de drenagem é essencial para otimizar os serviços e garantir maior segurança e eficiência. Medidas emergenciais, como o cadastramento detalhado dos dispositivos de drenagem e o mapeamento georreferenciado dos pontos críticos de alagamento, inundações e enxurradas, permitirão um planejamento mais eficaz e embasado em dados técnicos. A criação de um Sistema de Informações de Drenagem Urbana (SINDUR) facilitará a gestão integrada das ações, promovendo o monitoramento contínuo da rede e a otimização dos recursos disponíveis. A interação entre os principais setores municipais responsáveis pelos sistemas de drenagem, como a Defesa Civil, a Secretaria de Obras e a COMDEP, é imprescindível para garantir a troca de informações e a execução coordenada das ações de manutenção.

A implementação de um programa estruturado de inspeção, manutenção e fiscalização dos sistemas de drenagem urbana, que será melhor detalhado no Produto 3, é crucial para garantir a eficiência e a segurança dos dispositivos hidráulicos. A realização periódica de inspeções, a documentação detalhada das condições observadas e a adoção de medidas corretivas imediatas contribuem para a prevenção de falhas operacionais, reduzindo os riscos de alagamentos e prejuízos à infraestrutura urbana. A limpeza e desobstrução regulares, combinadas com a manutenção corretiva e preventiva dos dispositivos, garantem a funcionalidade do sistema, minimizando impactos ambientais e sociais decorrentes do descarte inadequado de resíduos sólidos. A fiscalização eficaz, aliada à criação do SINDUR, possibilitará um monitoramento mais preciso e um planejamento mais eficiente das intervenções necessárias.

Contudo, destaca-se que a ausência de um arcabouço regulatório municipal para os serviços de drenagem representa um desafio significativo, comprometendo a qualidade e a continuidade das ações de gestão. Portanto, é fundamental estabelecer normas e padrões



que assegurem a regularidade, eficiência e transparência na execução dos serviços, garantindo que as atividades de drenagem urbana sejam conduzidas de maneira sistemática e responsável. A adoção de um planejamento estruturado, baseado em estudos hidrológicos e hidráulicos para mapeamento das inundações, e a implementação de ações preventivas e preditivas contribuirão significativamente para a melhoria da infraestrutura de drenagem do município, reduzindo os riscos associados a eventos extremos e promovendo maior segurança e qualidade de vida para a população.

A adoção de soluções baseadas na natureza, como dispositivos de biorretenção e pavimentos permeáveis, representa um avanço na modernização dos sistemas de drenagem urbana, promovendo um equilíbrio entre a infraestrutura tradicional e as práticas sustentáveis. A integração dessas soluções ao planejamento urbano contribuirá para a resiliência das cidades frente aos desafios climáticos e ambientais, proporcionando maior segurança e qualidade de vida para a população.

Além disso, a gestão eficiente do sistema de monitoramento em tempo real é essencial para a eficácia das ações de prevenção e controle de inundações. Embora o monitoramento atual, realizado por diversas instituições, contribua significativamente para o acompanhamento das condições hidrometeorológicas da região, a ausência de uma rede própria no município revela a necessidade de maior autonomia na gestão desses dados. A expansão e aprimoramento do monitoramento, por meio da instalação de novas estações pluviométricas e fluviométricas em pontos estratégicos, são medidas fundamentais para a gestão dos riscos associados às chuvas intensas e ao escoamento urbano. A articulação entre diferentes esferas de governo, aliada ao uso de tecnologias avançadas, fortalecerá a capacidade de resposta do município a eventos hidrológicos extremos, contribuindo para um sistema de drenagem mais resiliente e para a minimização de impactos negativos sobre a população e a infraestrutura urbana de Petrópolis.



8 BIBLIOGRAFIA

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

CORREIO DA MANHÃ. **Prevenção: Inea realiza dragagem e limpeza em rios de Petrópolis**. Correio da Manhã, 29 jul. 2024. Disponível em: <https://www.correiodamanha.com.br/correio-petropolitano/2024/07/146915-prevencao-inea-realiza-dragagem-e-limpeza-em-rios-de-petropolis.html>. Acesso em: outubro de 2024.

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais Serviço Geológico do Brasil. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Rio de Janeiro, 2006. Disponível em: <http://www.cprm.gov.br/publique///Mapas-e-Publicacoes/Atlas-Pluviometrico-do-Brasil-1351.html>. Acesso em: 15/07/2024.

COHIDRO. **Diagnóstico do Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e Planos de Ação de Recursos Hídricos das Bacias Afluentes**. 2014.

COHIDRO. **Estudo de alternativas e elaboração de projetos básicos e executivos para controle de inundações do centro histórico do município de Petrópolis-RJ**. 2022.

DE PAULA, T. P. **Diagnóstico e Modelagem Matemática da Qualidade da Água em Trecho do rio Piabanha/RJ**. 256 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) - Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil, COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011. Disponível em: <http://www.coc.ufrj.br/pt/dissertacoes-de-mestrado/111-msc-pt-2011/1455-thiago-piresde-paula>.

EXTRA GLOBO. **Governo federal libera R\$ 117 milhões para obras de drenagem em Petrópolis**. Extra Globo, 2024. Disponível em: https://extra.globo.com/rio/noticia/2024/07/governo-federal-libera-r-117-milhoes-para-obras-de-drenagem-em-petropolis.ghtml?utm_source=chatgpt.com. Acesso em março de 2025.

GONÇALVES, R.C. **Modelagem Hidrológica do tipo chuva-vazão via SMAP e TOPMODEL - Estudo de Caso: Bacia do Rio Piabanha/RJ**. Dissertação de M.Sc, Curso



de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2008.

IBGE. **Censo Demográfico 2022: resultados**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro: 2022. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br>>. Acesso em janeiro de 2025.

INEA. **Uso e Cobertura do Solo - RJ 2018**. Instituto Estadual do Ambiente. Rio de Janeiro, 2020. Disponível em: <<https://www.inea.rj.gov.br>>. Acesso em fevereiro de 2024.

INEA. **Obras Complementares de Controle de Inundações, Drenagem e Recuperação Ambiental – Calhas dos Rios Santo Antônio, Cuiabá e Carvão, Petrópolis-RJ**. Anexo 07. Termo de Referência. 2019

INEA. **Estudo de Alternativas e Elaboração de Projetos Básicos e Executivos para Controle de Inundações e Alagamentos na Bacia Hidrográfica do Rio Piabanha**. Anexo 07. Termo de Referência. 2025.

ISTOÉ DINHEIRO. **Maior parte da verba federal para evitar nova tragédia não foi usada**. Istoé Dinheiro, 2022. Disponível em: <https://istoedinheiro.com.br/maior-parte-da-verba-federal-para-evitar-nova-tragedia-nao-foi-usada/?utm_source=chatgpt.com>. Acesso em março de 2025.istoé

LAFAYETTE, F. B.; SILVA, M. D. DA; MONTENEGRO, S. M. G. L.; SILVA, P. O. DA; GUSMÃO, R. D.. **Plano de Gestão da Manutenção da Rede de Drenagem da Cidade do Recife**. In: XIV Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste, 2018;

LOU, R.F. **Modelagem Hidrológica Chuva-vazão e Hidrodinâmica Aplicada na Bacia Experimental do Rio Piabanha/RJ**. Dissertação de M.Sc, Curso de Engenharia Civil – COPPE/UFRJ, Rio de Janeiro, Brasil, 2010.

PACTO RJ. **Painel Projetos**. Disponível em: <<https://pacto.rj.gov.br/dashboard.php>>. Acesso em fevereiro de 2025.

PETRÓPOLIS-RJ. **Obras do PAC: Secretaria de Obras faz revisão de projetos para encaminhar à Caixa Econômica Federal**. Petrópolis - Prefeitura de Petrópolis, 2025. Disponível em: <https://www.petropolis.rj.gov.br/pmp/index.php/noticias/item/21937-obras-do-pac-secretaria-de-obras-faz-revisao-de-projetos-para-encaminhar-a-caixa-economica->



federal#:~:text=Essas%20obras%20fazem%20parte%20de,abastecimento%20de%20%C3%A1gua%20e%20infraestrutura. Acesso em março de 2025.

SEMPDEC. PLANCON - **Plano de Contingência do Município de Petrópolis/RJ para Chuvas Intensas: Verão 2022/2023**. Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Petrópolis, 2022.

SEMPDEC. PLANCON - **Plano de Contingência do Município de Petrópolis/RJ para Chuvas Intensas: Verão 2023/2024**. Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Petrópolis, 2023.

SEMPDEC. PLANCON - **Plano de Contingência do Município de Petrópolis/RJ para Chuvas Intensas: Verão 2024/2025**. Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil. Petrópolis, 2024.

SGB. **Rio de Janeiro: Cartografia de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais de Massa e Inundações**. Serviço Geológico do Brasil. Disponível em: <<https://www.sgb.gov.br/pt/web/guest/rio-de-janeiro-cartografia-de-suscetibilidade>>. Acesso em novembro de 2024.

SHINZATO, E.; DANTAS, M. E.; RENK, J. F. C.; GARCIA, M. L. T.; COSTA, L.. **Carta geomorfológica: município de Petrópolis, RJ**. Escala 1:80.000. Serviço Geológico do Brasil, setembro de 2017. Disponível em: <<https://rigeo.sgb.gov.br/handle/doc/18182>>. Acesso em fevereiro de 2024.

SIGA-Piabanha. **Sub-bacias da RH-IV**. Sistema Integrado de Gestão das Águas. Disponível em <<https://sigaaguas.org.br/portal/home/item.html?id=f5983cd116a143139c4aee9d1d944042>>. Acesso em novembro de 2024

SOU PETRÓPOLIS. **Veja o que está sendo feito nas regiões atingidas pelas chuvas, cinco meses após a tragédia**. Sou Petrópolis, 2022. Disponível em: <https://soupetropolis.com/2022/07/15/veja-o-que-esta-sendo-feito-nas-regioes-atingidas-pelas-chuvas-cinco-meses-apos-tragedia/>. Acesso em março de 2025.

ILVA, T. L. DA; SILVA, E. M. DA; BRAGA, F. A. V.; SILVA, M. G. M. DA; SOBRINHO



JÚNIOR, A. DA S.. **Proposta da implantação de uma rede de microdrenagem em área crítica do bairro de Mangabeira, João Pessoa/PB.** In: Engenharia civil: temas, técnicas e aplicações. João Pessoa: Unipê, 2019. ISBN 978-85-87868-89-3.

ZEERJ. **Uso e Cobertura do Solo do Estado do Rio de Janeiro (escala 1:100.000).** Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Rio de Janeiro. 2008.

Elaboração:

Monique de Faria Marins
CREA-RJ
Engenheira Civil

Verificação:

Carlos Frederico Enriquez
CREA-RJ
Engenheiro Civil-Coordenador