



Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem do Município de Petrópolis/RJ.

PRODUTO 03 ORGANIZAÇÃO DE SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

2024.06.03-DRE-RT-003_R0
JUNHO/2025



ECO Tools Engenharia e Tecnologia Ambiental Ltda.
ecotools@ecotools.com.br

2	15.09.2025	Atendimento a comentários	Monique Marins	Carlos F. Enriquez	
1	25.08.2025	Atendimento a comentários	Monique Marins	Carlos F. Enriquez	
0	02.06.2025	Emissão inicial	Monique Marins	Carlos F. 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 Planejamento e Orçamento

Gabriela Melquiades de Souza Cavaleire - Chefe do Departamento de Planejamento Urbano
Roberto Valentin Justen - Chefe do Núcleo de. Gestão de Dados Georreferenciados

Secretaria Municipal de Proteção e Defesa Civil

Nilsen Ramil Bonifácio de Oliveira - Diretor Técnico Operacional

Secretaria Municipal de Obras

Diego Cariús Machado - Engenheiro Civil do Departamento de Obras Públicas

Secretaria de Meio Ambiente

Robson da Silva Antônio - Analista Civil Ambiental

Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis

Karoline Caetano da Silva - Diretora Técnica Industrial

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	4
LISTA DE TABELAS	5
LISTA DE QUADROS	6
LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES	7
1. INTRODUÇÃO	8
2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL PROPOSTA PARA O SERVIÇO DE MANUTENÇÃO	12
2.1 DIAGNÓSTICO DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL EXISTENTE	12
2.2 PROPOSTA DE ESTRUTURA ORGANIZACIONAL INTEGRADA	14
2.2.1 Criação da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana	14
2.2.2 Organograma Sugerido e Estimativa de Equipe	19
2.2.3 Etapas de Implementação e Horizontes Temporais	23
2.3 PLANO DE AÇÃO INICIAL	28
2.4 CENTRAL DE ATENDIMENTO	36
3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE MANUTENÇÃO	41
3.1 OBJETIVO	41
3.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS	42
3.2.1 Manutenção Preventiva	42
3.2.2 Manutenção Corretiva	43
3.2.3 Manutenção Preditiva	45
3.2.4 Monitoramento e Diagnóstico	46
3.2.5 Gestão de Emergências	47
3.2.6 Registro e Avaliação das Ações Executadas	48
3.3 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS	51
3.4 PLANO ANUAL DE MANUTENÇÃO (PAM)	55
3.5 ESTRUTURA DE EXECUÇÃO DAS AÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA DRENAGEM URBANA	57
3.5.1 Procedimentos de Execução	57
3.5.2 Dimensionamento das Equipes de Execução	74
4. BIBLIOGRAFIA	85



LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Estrutura Geral do Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana	10
Figura 2 – Núcleos de Composição da Coordenação Municipal de Drenagem Urbana	15
Figura 3 – Organograma Proposto para a Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana.....	20
Figura 4 – Fluxograma resumido das três fases para a criação do Sistema de Manutenção	26
Figura 5 – Fluxograma das etapas da Central de Atendimento para controle das solicitações relacionadas à drenagem	39
Figura 6 – Localização da rede de drenagem cadastrada pela concessionária Águas do Imperador e o eixo viário do município	79



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Estimativa de Equipe Mínima por Núcleo da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana	22
Tabela 2 – Quantitativo de dispositivos atendidos pela COMDEP Fonte: Elaborada com base em dados fornecidos pela COMDEP.....	76
Tabela 3 – Resumo do Cronograma Físico das 4 Etapas do Programa de Limpeza e Desobstrução de Bueiros. Fonte: Elaborado com base em dados fornecidos pela COMDEP	77
Tabela 4 – Rede de drenagem cadastrada pela concessionária Águas do Imperador. Material fornecido em junho de 2025	80
Tabela 5 – Tipologia das vias no município de Petrópolis, conforme cadastro fornecido pela Secretaria de Planejamento	81
Tabela 6 – Cálculo estimado do quantitativo total das bocas de lobo no município de Petrópolis ...	82
Tabela 7 - Dimensionamento de Equipe Proposto	84



LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Principais órgãos envolvidos nas ações de drenagem e manejo de águas pluviais em Petrópolis	14
Quadro 2 - Estrutura Organizacional do Plano de Operação e Manutenção	19
Quadro 3 - Etapas de Estruturação do Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana	27
Quadro 4 – Modelo de Ficha de Cadastro e Inspeção dos Dispositivos de Drenagem	30
Quadro 5 - Recursos necessários para a implantação de um central simplificada de atendimento do Serviço de Manutenção	40
Quadro 6 – Matriz de Responsabilidades dos Procedimentos Operacionais	50

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 de 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
DMAPU	Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas
DER-RJ	Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Rio de Janeiro
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
IGAM	Instituto Mineiro de Gestão das Águas (MG)
INEA	Instituto Estadual do Ambiente (RJ)
MP-RJ	Ministério Público do Estado do Rio de Janeiro
O&M	Operação e Manutenção
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento (Governo Federal)
PT	Plano de Trabalho
SEAS	Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade
SEIOP	Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas
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

A manutenção dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas constitui uma atividade estratégica no contexto da gestão integrada de infraestrutura urbana, sendo fundamental para assegurar o funcionamento contínuo da rede de drenagem, a minimização de impactos de eventos hidrológicos extremos e a preservação das condições de trafegabilidade e segurança das vias públicas (AGESAN-RS, 2024). A eficiência dos sistemas de drenagem está diretamente relacionada à existência de rotinas bem estruturadas de manutenção preventiva e corretiva, integradas a um sistema de gestão adequado (TUCCI, 2008).

Com a publicação da Norma de Referência NR 12/2025 da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), que dispõe sobre a estruturação dos serviços públicos de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU), os municípios brasileiros passam a contar com diretrizes para o aprimoramento institucional e técnico-operacional desses serviços, incluindo a exigência de elaboração de planos de Operação e Manutenção (O&M). Em seu Art 4º, inciso XXVII, define como plano de operação e manutenção dos sistemas de DMAPU o instrumento de planejamento que estabelece os procedimentos, os requisitos gerenciais, de recursos humanos e financeiros, bem como a periodicidade requerida para a operação e a manutenção dos sistemas de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas. Destaca-se, ainda, que há previsão de que a ANA elabore um Manual Orientativo com diretrizes para a elaboração de Plano de Operação e Manutenção, até o final de 2025, de forma a orientar os municípios na elaboração desses documentos.

Nesse contexto, o presente produto apresenta uma proposta de Organização de um Serviço de Manutenção de drenagem urbana para o município de Petrópolis, contemplando os arranjos institucionais e operacionais necessários para garantir a funcionalidade dos sistemas de micro e macrodrenagem ao longo do tempo. O serviço também tem como objetivo abordar ações de pronto atendimento a ocorrências registradas nas estruturas e equipamentos do sistema, contemplando tanto situações emergenciais quanto ações programadas. Essa estruturação considera os seguintes aspectos centrais:

- Definição de setores operacionais com atribuições específicas, voltados à execução de atividades rotineiras, preventivas e corretivas;



- Dimensionamento das equipes técnicas e operacionais, com definição de perfis profissionais e escalas de atuação;
- Procedimentos operacionais de manutenção dos sistemas de drenagem, para diferentes tipos de dispositivos;
- Instrumentos de planejamento e gestão, como ordens de serviço, banco de dados de ocorrências e cadastro técnico atualizado;
- Recomendações sobre equipamentos e veículos essenciais para a atuação eficiente das equipes;
- Sugestões para o uso de tecnologias de apoio, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG) e plataformas digitais de monitoramento.

Conforme previsto no Termo de Referência, a proposta considera a divisão do serviço em três setores fundamentais, como mostra a **Figura 1** e conforme apresentado a seguir:

- Serviços Internos;
- Controle Administrativo de Obras;
- Execução em Campo.

Cada setor possui atribuições e dimensionamento próprios, orientados por critérios de funcionalidade, disponibilidade e cobertura de atendimento. Entende-se que os **Serviços Internos** sejam responsáveis pelo planejamento, monitoramento, articulação institucional, normatização e gestão de dados. O **Controle Administrativo de Obras** abrange o acompanhamento e controle de contratos, materiais, recursos humanos e orçamentários. A **Execução** é responsável pelas ações de campo, manutenção preventiva e corretiva, vistorias, intervenções emergenciais e fiscalização.

A integração entre os setores é garantida por sistemas de comunicação e controle operacional, conforme preconizado por práticas consolidadas de engenharia de manutenção urbana (SILVA *et al.*, 2020).

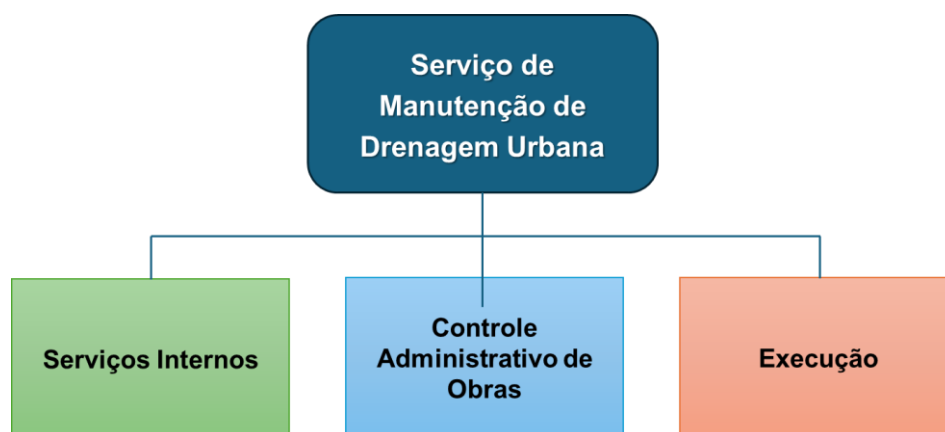


Figura 1 – Estrutura Geral do Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana

Além disso, são descritas as rotinas diferenciadas de manutenção programada e emergencial, com base em critérios técnicos e operacionais para priorização de intervenções, conforme diretrizes técnicas de gestão de risco e resposta rápida em áreas urbanas (WRIGHT *et al.*, 2011). A adoção de tais diretrizes visa garantir a efetividade das ações, contribuindo para a redução de custos de recuperação, aumento da vida útil das estruturas e mitigação dos impactos sociais e ambientais.

A proposta aqui apresentada parte da constatação de que grande parte dos municípios brasileiros não possui uma estrutura consolidada para esse serviço, ou a mantém de forma fragmentada e reativa, com ações concentradas no atendimento emergencial. Estudos realizados em cidades brasileiras e internacionais evidenciam que a falta de rotinas preventivas, a ausência de planejamento sistematizado e a carência de capacitação técnica resultam em maiores custos operacionais, riscos à saúde pública e aumento da vulnerabilidade urbana frente a inundações e alagamentos (FUNASA, 2016; MENDES; SANTOS, 2023).

Para a elaboração do presente documento, além da NR 12/2025 da ANA, foram consultados manuais e documentos de referência que fornecem informações sobre operação e manutenção dos dispositivos de drenagem, sendo estes:

- ❖ **Manual de Drenagem Urbana – IAT/PR (2002):** Este manual orienta o planejamento e a execução de drenagem urbana na Região Metropolitana de Curitiba, abordando aspectos como manutenção preventiva, preditiva e corretiva;
- ❖ **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas – ADASA/DF (2023):**



Atualizado com base no novo marco regulatório do saneamento, este manual fornece diretrizes para o manejo de águas pluviais urbanas, incluindo aspectos de manutenção e gestão;

- ❖ **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais – Prefeitura de São Paulo (2012):** Este manual aborda o gerenciamento do sistema de drenagem urbana, fornecendo diretrizes para a manutenção e operação dos sistemas de drenagem;
- ❖ **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas – Funasa (2016):** Este documento oferece orientações técnicas para a gestão da drenagem urbana, incluindo aspectos de manutenção e operação dos sistemas de drenagem;
- ❖ **Livro Técnica Compensatória em Drenagem Urbana – Baptista, M., Nascimento, N. & Barraud, S. (2005):** Explora princípios e práticas de soluções compensatórias para drenagem urbana, incluindo critérios de dimensionamento de bacias de retenção, valas de infiltração e jardins de chuva. Apresenta modelos conceituais, estudos de caso e orientações não só para projetos, mas também para as ações de manutenção e monitoramento desses sistemas, destacando seu papel na redução de cheias e na melhoria da qualidade da água.

No entanto, vale destacar que há poucos documentos normativos que forneçam diretrizes e orientações em relação aos serviços de manutenção e operação de sistemas de drenagem.

Este documento, portanto, visa contribuir para o preenchimento dessa lacuna, constituindo uma base técnica para o dimensionamento e a implementação de um serviço de manutenção eficaz, apto a responder com agilidade e qualidade às demandas da drenagem urbana do município de Petrópolis.



2. ESTRUTURA ORGANIZACIONAL PROPOSTA PARA O SERVIÇO DE MANUTENÇÃO

A organização do Serviço de Manutenção dos Sistemas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas de Petrópolis deve contemplar uma estrutura funcional e operacional que assegure a eficiência, continuidade e qualidade das ações de inspeção, limpeza, recuperação e monitoramento dos dispositivos de micro e macrodrenagem. Ainda, deve refletir a complexidade e a interdependência das ações envolvidas, especialmente considerando características topográficas, climáticas e socioambientais sensíveis, como é o caso de Petrópolis. Neste sentido, propõe-se uma estrutura institucional adaptada à realidade local, aproveitando as competências existentes nas esferas municipal, estadual e federal, e promovendo a coordenação entre setores técnicos e administrativos.

A estrutura organizacional deve ser guiada por princípios fundamentais que garantam sua efetividade e sustentabilidade, dentre os quais destacam-se:

- A eficiência operacional, com processos bem definidos e hierarquias claras;
- A responsabilização e transparência, por meio da delimitação precisa de atribuições e mecanismos de rastreabilidade das ações executadas;
- A integração intersetorial, promovendo a articulação entre órgãos e entidades das esferas municipal, estadual e federal;
- A capacitação e valorização dos profissionais, com incentivo à formação contínua e à qualificação técnica das equipes e;
- O uso de tecnologias da informação e inovação, incorporando sistemas de georreferenciamento, bases de dados atualizadas e ferramentas modernas de gestão.

2.1 DIAGNÓSTICO DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL EXISTENTE

Atualmente, o município de Petrópolis conta com um conjunto de secretarias e instituições envolvidas na manutenção e operação do sistema de drenagem, conforme apresentado com maior detalhamento no Produto 2 e resumido a seguir:



No âmbito Municipal:

- **Secretaria de Obras (SMO)** – Responsável direta pela execução de obras e reparos nos sistemas de drenagem, tanto por equipe própria (obras de menor porte), quanto por contratação de empresas especializadas através de licitação (obras de maior porte), e manutenção da infraestrutura urbana, inclusive a rede de drenagem, através de reparos e limpezas de dispositivos;
- **Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP)** – Atua na manutenção da funcionalidade dos sistemas, incluindo a limpeza e a desobstrução de dispositivos como bueiros, galerias, canaletas e bocas de lobo. Além de atuarem na varrição, capina e roçada em taludes de cursos d'água;
- **Secretaria de Meio Ambiente (SMA)** – Participa das ações relacionadas à preservação das bacias hidrográficas e de áreas de drenagem natural, gestão ambiental urbana e licenciamento ambiental;
- **Secretaria de Defesa Civil (SEMPDEC)** – Realiza o monitoramento e a gestão de riscos relacionados a eventos extremos, como inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos, com emissão de alertas, registros de ocorrências e elaboração do Planos de Contingência (PLANCON);
- **Secretaria de Planejamento e Orçamento (SPO)** – Responsável pelo planejamento urbano e gerenciamento das bases de dados georreferenciadas, essenciais para o mapeamento e a priorização das ações de manutenção.

No âmbito Estadual, destacam-se:

- **Secretaria de Estado de Infraestrutura e Obras Públicas (SEIOP)** – Responsável pelas obras estruturantes em parceria com os municípios;
- **Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade (SEAS)** e o **Instituto Estadual do Ambiente (INEA)** – Responsáveis por diretrizes e políticas ambientais, licenciamento, fiscalização e operação de sistemas de monitoramento hidrometeorológico;
- **Departamento de Estradas de Rodagem do Estado do Rio de Janeiro (DER-RJ)** – Atua em sistemas de drenagem vinculados à malha viária estadual, incluindo ações de manutenção dos dispositivos de drenagem.

No âmbito federal:

- **Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT)** – Executa obras de drenagem e manutenção em rodovias federais como a BR-040 e BR-495, com impacto direto no escoamento dos sistemas de macrodrenagem que recebem a drenagem municipal.

A seguir, apresenta-se o **Quadro 1**, com os principais órgãos envolvidos e suas respectivas atribuições:

Quadro 1 – Principais órgãos envolvidos nas ações de drenagem e manejo de águas pluviais em Petrópolis

Órgão/Instituição	Resumo das Atribuições Relacionadas à Drenagem
SMO (municipal)	Manutenção da infraestrutura urbana, incluindo dispositivos de drenagem.
COMDEP (municipal)	Limpeza e desobstrução dos sistemas, garantindo sua funcionalidade.
SMA (municipal)	Preservação de áreas de drenagem natural e gestão ambiental urbana.
SEMPDEC (municipal)	Monitoramento e gestão de riscos associados a inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos de terra.
SPO (municipal)	Planejamento urbano e gestão de bases de dados georreferenciadas.
SEIOP (estadual)	Execução de obras estruturantes em parceria com o município.
SEAS/INEA (estadual)	Licenciamento, fiscalização e diretrizes ambientais; operação de sistemas de monitoramento hidrológico.
DER-RJ (estadual)	Intervenções e manutenção em drenagem associada à malha viária estadual.
DNIT (federal)	Obras de drenagem e manutenção em rodovias federais que impactam o escoamento urbano.

2.2 PROPOSTA DE ESTRUTURA ORGANIZACIONAL INTEGRADA

2.2.1 Criação da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana

A partir do diagnóstico institucional e das diretrizes técnicas, propõe-se a criação de uma **Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana**, vinculada à SMO, mas com articulação permanente com demais estruturas municipais como COMDEP, SPO, SMA e SEMPDEC, bem como o INEA, DER-RJ e DNIT, para articulação com obras estaduais e federais.

Essa coordenação terá como função ser o núcleo gestor, integrador e técnico responsável pelo planejamento, operação, controle e avaliação das ações de manutenção da drenagem urbana no município. Conforme mencionado anteriormente, a estrutura organizacional do plano está dividida em três grandes eixos: Serviços Internos, Controle Administrativo de

Obras e Execução.

A Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana funcionará como uma estrutura de gestão integrada, utilizando profissionais vinculados a diferentes secretarias e órgãos. No primeiro momento, os servidores designados poderão atuar de forma compartilhada com suas áreas de origem, sendo posteriormente avaliada a necessidade de dedicação exclusiva conforme a maturidade do modelo e a disponibilidade de quadro técnico da Prefeitura.

A coordenação proposta foi estruturada de modo a garantir a funcionalidade de cada eixo, por meio da articulação entre os núcleos indicados na **Figura 2**.

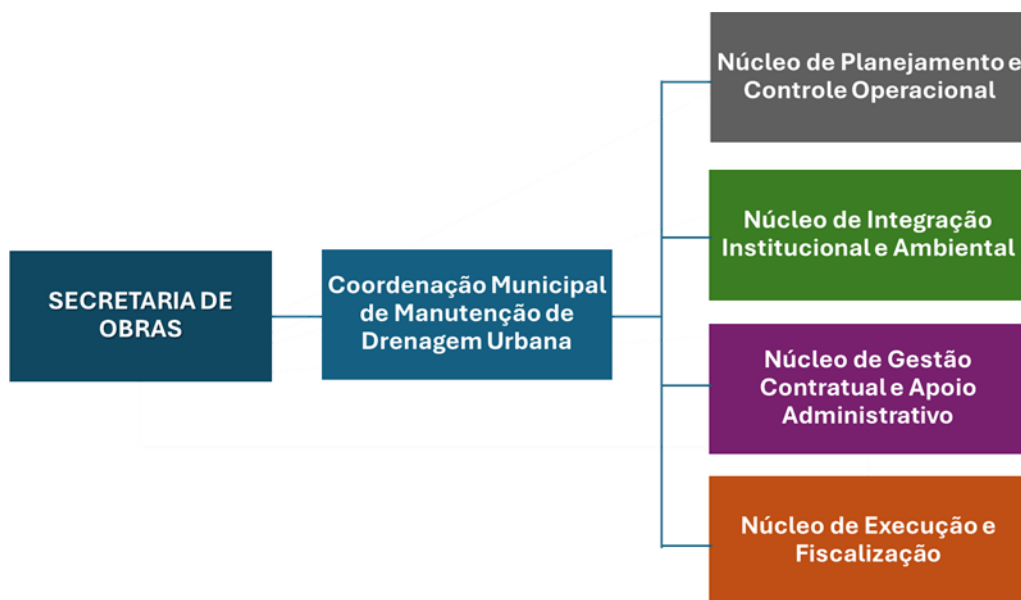


Figura 2 – Núcleos de Composição da Coordenação Municipal de Drenagem Urbana

A descrição de cada núcleo está apresentada a seguir.

❖ **Núcleo de Planejamento e Controle Operacional**

O Núcleo de Planejamento e Controle Operacional tem como responsabilidade planejar, coordenar e acompanhar as ações de operação e manutenção dos sistemas de drenagem urbana. Além disso, deve elaborar planos operacionais, cronogramas, orçamentos, contratos e indicadores de desempenho. Consiste em objetivos deste núcleo atuar como suporte técnico à tomada de decisão, bem como supervisionar ou executar diretamente atividades de campo, como limpeza, desobstrução e manutenções corretivas e preventivas. Pode ser subdividido por regiões (no caso de Petrópolis, em Distritos), ou por tipo de sistema



(micro/macro), conforme a necessidade.

As atribuições principais deste núcleo consistem em:

- Elaborar o Plano Anual de Manutenção (PAM), detalhado no **item 3.4** deste documento;
- Realizar o planejamento preventivo e a gestão das ordens de serviço;
- Planejar intervenções emergenciais e rotineiras nos sistemas de drenagem;
- Integrar e manter atualizado o Sistema de Informação em Drenagem Urbana (SINDUR), articulando-se com a Secretaria de Planejamento e Orçamento (SPO) para uso e compatibilização de dados;
- Monitorar o desempenho dos serviços, por meio de indicadores de eficiência e sistemas de acompanhamento. Destaca-se que os indicadores serão apresentados no **Produto 4 - Definição de indicadores de desempenho do sistema de águas pluviais**.

❖ **Núcleo de Integração Institucional e Ambiental**

O Núcleo de Integração Institucional e Ambiental tem como função atuar na articulação com os órgãos ambientais e de infraestrutura, acompanhando obras e assegurando a conformidade ambiental das ações de manutenção.

Principais atribuições:

- Estabelecer interface entre os órgãos ambientais municipais, como a SMA, e estaduais, como o INEA e SEAS, garantindo a adequação ambiental das intervenções;
- Acompanhar obras estruturais de responsabilidade tanto dos órgãos municipais, como a SMO, quanto de instituições estaduais e federais, como o INEA, a SEIOP, o DER-RJ e o DNIT;
- Participar da análise de impactos e definição de medidas mitigadoras.

❖ **Núcleo de Gestão Contratual e Apoio Administrativo**

O Núcleo de Gestão Contratual e Apoio Administrativo é responsável por toda a gestão administrativa e financeira relacionada aos contratos, além de fornecer suporte logístico e



documental às equipes técnicas e operacionais. Sua atuação concentra-se no acompanhamento formal dos contratos com prestadores de serviços, controle de custos, materiais e equipamentos, e no apoio aos processos de contratação e monitoramento do cumprimento das cláusulas contratuais. Também é responsável pela emissão de relatórios financeiros e de desempenho, garantindo que os aspectos burocráticos e administrativos estejam adequadamente gerenciados.

Principais atribuições:

- Acompanhar e monitorar contratos com prestadores de serviços sob a ótica administrativa e financeira;
- Controlar custos, materiais, equipamentos e suprimentos essenciais, incluindo treinamento, de forma a garantir estoque adequado para a execução das atividades;
- Preencher e organizar documentos relacionados a materiais e serviços, submetendo-os à chefia para aprovação e posterior processamento pelo depósito responsável;
- Executar registros administrativos de obras e serviços, com apoio de:
 - Cadista: vistoria de obras emergenciais junto ao encarregado geral e elaboração de croquis de cadastro digitalizados;
 - Apontador/apropriador: preenchimento de boletins de apropriação de custos e controle de frequência do pessoal;
 - Auxiliar administrativo: preenchimento de fichas de cadastro, planilhas de consumo de materiais e produção diária, fechamento de obras, escrituração de despesas e revisão documental;
- Fornecer suporte logístico e documental às equipes de campo;
- Apoiar os processos de contratação de serviços terceirizados e monitorar o cumprimento das cláusulas contratuais
- Emitir relatórios financeiros e de desempenho, assegurando que todos os aspectos administrativos e burocráticos sejam gerenciados adequadamente.

❖ **Núcleo de Execução e Fiscalização**

O Núcleo de Execução e Fiscalização tem como foco principal a supervisão técnica e



operacional das ações de manutenção dos sistemas de drenagem, podendo executar diretamente os serviços ou supervisionar as equipes contratadas. Além disso, é responsável por acompanhar a execução dos contratos do ponto de vista técnico, atuando como elo entre os setores técnicos e a gestão financeira. Também presta apoio à SEMPDEC em situações emergenciais, garantindo que as ações emergenciais sejam realizadas com eficiência e dentro dos padrões técnicos exigidos.

Principais atribuições:

- Supervisionar tecnicamente as ações da COMDEP e da SMO;
- Executar diretamente ou supervisionar os serviços de manutenção contratados;
- Acompanhar a execução técnica dos contratos de terceirização, convênios ou parcerias;
- Atuar como interface entre os setores técnicos e a gestão financeira para assegurar a qualidade e conformidade das obras;
- Apoiar a SEMPDEC em situações de emergência;
- Gerir a operação e manutenção dos equipamentos e infraestrutura de apoio, incluindo pessoal de operação e pequenos reparos, bem como serviços de zeladoria da sede;
- Organizar e supervisionar as equipes de execução para atendimento de emergências e manutenção rotineira, incluindo:
 - Equipes de reparos na rede: alocadas em coordenadorias ou unidades de gerenciamento por bacias, atuando em serviços diurnos e noturnos, podendo executar serviços de rotina quando não houver emergência;
 - Equipes para serviços urgentes: menor número de profissionais, dedicadas exclusivamente a emergências;
 - Equipes de reposição e reparos especiais: executam reparos de pavimentação danificada ou complementam serviços das demais equipes;
 - Infraestrutura de apoio: viaturas (caminhão de carroceria fixa e basculante) e supervisão da chefia com viatura e rádio para coordenação e comunicação.

No **Quadro 2** é apresentada a estrutura organizacional proposta, através da criação de núcleos, com a correlação entre os grandes eixos estruturais mencionados anteriormente.

Quadro 2 - Estrutura Organizacional do Plano de Operação e Manutenção

Estrutura	Função Principal	Núcleo
1. Serviços Internos	Planejamento, monitoramento, articulação, elaboração de relatórios, controle de banco de dados, protocolos, normas e planos.	• Núcleo de Planejamento e Controle Operacional • Núcleo de Integração Institucional e Ambiental
2. Controle Administrativo de Obras	Gestão de contratos, processos administrativos, controle orçamentário, suporte logístico, articulação com áreas técnicas	• Núcleo de Gestão Contratual e Apoio Administrativo
3. Execução	Realização direta das atividades de manutenção, operação de equipamentos, resposta emergencial, vistorias e fiscalização em campo	• Núcleo de Execução e Fiscalização

2.2.2 Organograma Sugerido e Estimativa de Equipe

A **Figura 3**, a seguir, apresenta o organograma proposto para a Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana, vinculada à Secretaria de Obras (SMO). O objetivo é consolidar uma estrutura funcional que favoreça a integração entre os diversos núcleos operacionais e administrativos, promovendo eficiência, controle e articulação institucional.

Além da SMO, a participação de órgãos como COMDEP, SEMPDEC, SMA e SPO, bem como de instituições externas como INEA, DER-RJ, DNIT e concessionárias, será operacionalizada em regime de corresponsabilidade e cooperação institucional. Não se propõe o deslocamento definitivo de servidores, mas sim a garantia de uma articulação permanente e do compartilhamento de informações. Para isso, poderão ser designados técnicos como pontos focais da coordenação, responsáveis por repassar dados, participar de reuniões periódicas de integração e colaborar na execução de ações conjuntas.

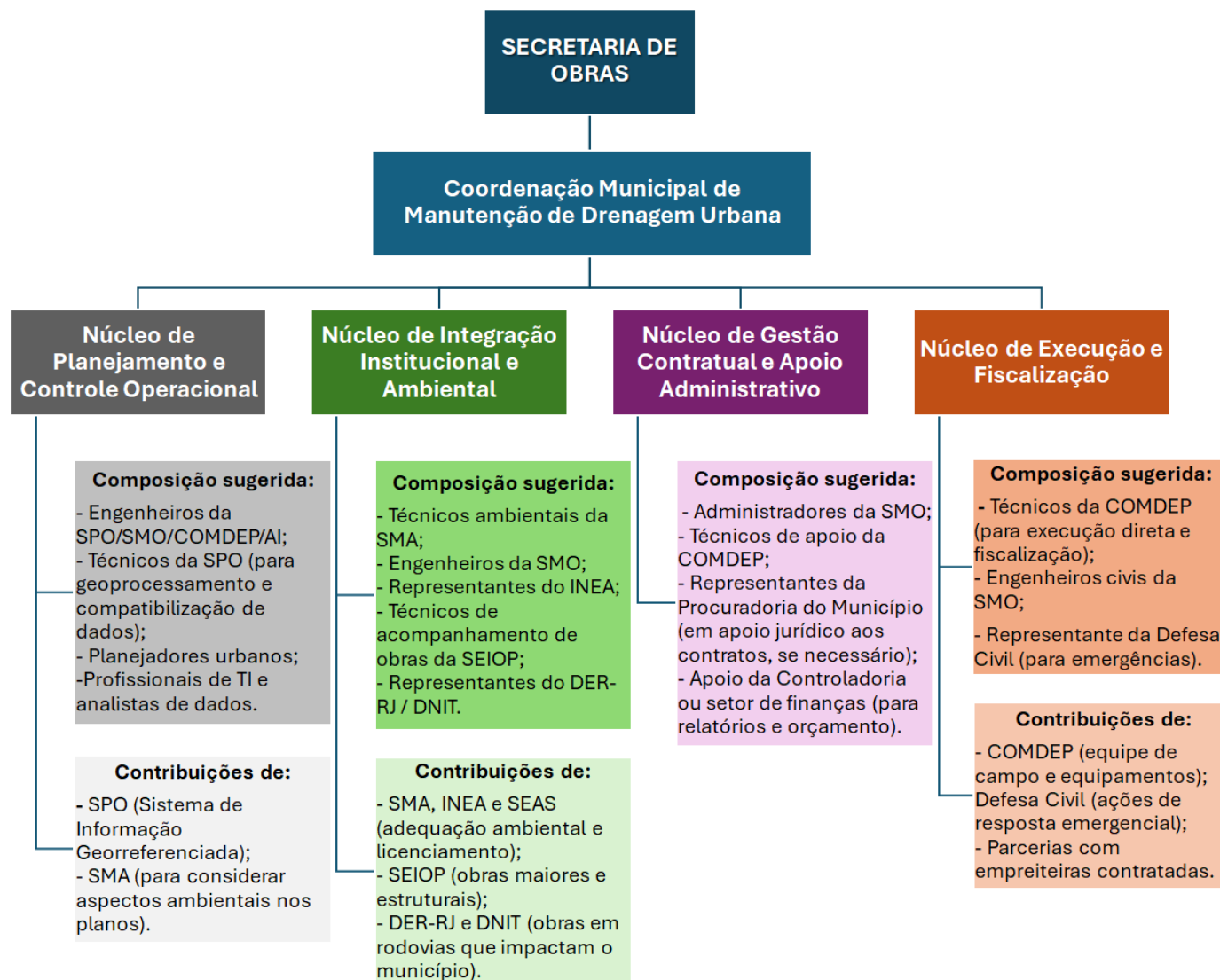


Figura 3 – Organograma Proposto para a Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana



O modelo organizacional proposto traz importantes vantagens para a gestão da manutenção dos sistemas de drenagem urbana. Destaca-se o fortalecimento da Secretaria de Obras como instância gestora central, com apoio técnico-operacional da COMDEP, o que favorece a padronização de procedimentos, a racionalização de recursos e maior eficiência nas ações. Também promove a articulação entre secretarias como planejamento, meio ambiente e defesa civil, além de facilitar a integração com entes estaduais e federais.

Outro ponto relevante é a adoção de indicadores de desempenho e ferramentas de gestão territorial, como sistemas de georreferenciamento, que ampliam o controle e a qualidade dos serviços. A proposta pode ser formalizada por meio de decreto municipal, sem necessidade de criação de uma nova secretaria, otimizando os recursos humanos existentes e possibilitando o uso de convênios técnicos interinstitucionais.

Apesar dessas vantagens, a implementação de uma estrutura organizacional para os serviços de drenagem enfrenta desafios relevantes. Entre eles, destacam-se o baixo quantitativo de profissionais e escassez de pessoal especializado, a falta de capacitação técnica continuada das equipes, a sobrecarga das estruturas administrativas existentes e a dificuldade de articulação efetiva entre os diferentes setores envolvidos. Além disso, a ausência de uma cultura institucional voltada às ações de planejamento e prevenção, em oposição a intervenções pontuais e emergenciais, compromete a consolidação de rotinas sistematizadas de operação e manutenção. A limitação orçamentária e a instabilidade política também podem afetar a continuidade das ações planejadas. Superar essas dificuldades exige comprometimento político, investimento em qualificação técnica, melhorias nos processos de governança e o fortalecimento das capacidades institucionais do município.

Para estimar o quantitativo mínimo de profissionais necessários à estrutura organizacional proposta, a **Tabela 1** apresenta a equipe técnica da Coordenação responsável pela execução das ações do Plano, considerando a estrutura atual do município. O total estimado é de 30 profissionais, incluindo assessores técnicos, engenheiros, técnicos ambientais, administrativos, de campo e outros já integrantes das secretarias envolvidas.

Tabela 1 - Estimativa de Equipe Mínima por Núcleo da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana

Estrutura	Cargo/Função	Quantitativo Sugerido	Observações
Coordenação Geral	Coordenador(a) técnico (Eng. Civil)	1	Responsável por articulação institucional e coordenação intersetorial
	Apoio administrativo geral	1	Suporte a reuniões, agendas, correspondências
	Assessor técnico interinstitucional	1	Facilita a integração com órgãos como INEA, DNIT, DER-RJ
Núcleo de Planejamento e Controle Operacional	Engenheiro(a)s da SMO para cada Regional (Petrópolis, Itaipava e Posse)	3	Responsáveis pelos serviços de campo, elaboração e atualização do plano de operação e manutenção
	Engenheiro(a)s de planejamento da SPO, com apoio da SMO e da COMDEP	3	Elaboração e atualização do plano de operação e manutenção
	Engenheiro(s) e/ou Técnico(s) da Águas do Imperador	2	Integração do sistema de cadastro de redes da concessionária com o sistema da Prefeitura
	Técnico(a) em geoprocessamento da SPO	1	Análise espacial, mapeamento e SIG
	Analista de dados / TI	1	Integração de sistemas, dashboards, bases operacionais
	Urbanista ou arquiteto(a)	1	Planejamento territorial e compatibilização urbanística
Núcleo de Integração Institucional e Ambiental	Técnico(a) ambiental da SMA	2	Acompanhamento ambiental, licenciamento e recuperação de áreas
	Engenheiro(a) da SMO	1	Articulação de obras com impactos ambientais e/ou em áreas críticas
	Representante do INEA e da SEIOP	1	Apoio a ações de licenciamento e regularização ambiental, limpeza de rios e manutenção do Túnel Extravasador
	Representante do DER-RJ / DNIT	1	Articulação com obras em rodovias estaduais e federais
Núcleo de Gestão Contratual e Apoio Administrativo	Gestor(a) de contratos da SMO	1	Gestão de contratos de serviços terceirizados
	Técnico(a) administrativo COMDEP	1	Apoio a orçamentos, controle de ordens de serviço
	Assessor jurídico (Procuradoria)	1	Apoio jurídico (pode ser compartilhado com outros setores)
	Analista de orçamento/controladoria	1	Suporte na prestação de contas e controle financeiro
Núcleo de Execução e Fiscalização	Engenheiro(a) civil de campo da SMO	2	Acompanhamento técnico das execuções
	Técnico(a) de campo da COMDEP	4	Limpeza, desobstrução, pequenas obras
	Representante da SEMPDEC	1	Articulação e resposta em eventos extremos
TOTAL	-	30	-



O Coordenador Geral deverá ser servidor da Prefeitura de Petrópolis, preferencialmente engenheiro civil ou profissional com experiência em drenagem urbana, atuando de forma dedicada à função. Embora a Coordenação esteja vinculada à SMO, não se recomenda associar o cargo de forma exclusiva a esta secretaria, garantindo perfil articulador e autonomia técnica para dialogar com os demais órgãos.

Destaca-se que, na **Tabela 1**, as funções estão apresentadas de forma idealizada, compondo uma equipe mínima de 30 profissionais para garantir a plena execução das atividades da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana

No entanto, considerando a realidade administrativa e orçamentária de Petrópolis, é possível que alguns profissionais acumulem funções em uma etapa inicial de implementação (curto prazo). Por exemplo: um engenheiro de planejamento pode também atuar na supervisão de contratos, ou um técnico administrativo pode apoiar atividades de controle orçamentário e logística. Essa flexibilidade é necessária até que o serviço esteja consolidado, mas a recomendação é que, a médio e longo prazo, cada função seja exercida por um profissional dedicado, evitando sobrecarga e garantindo especialização.

A interação entre os núcleos ocorrerá por meio de reuniões periódicas, com participação de representantes de todos os núcleos, considerando a seguinte dinâmica:

- **Reuniões de alinhamento interno:** recomendadas semanalmente, para tratar de demandas operacionais, ordens de serviço e emergências em andamento;
- **Reuniões de planejamento e avaliação:** recomendadas mensalmente, para revisar o andamento das ações programadas no Plano Anual de Manutenção, indicadores de desempenho e ajustes necessários;
- **Reuniões estratégicas intersetoriais:** recomendadas trimestralmente, envolvendo também secretarias parceiras (SMO, COMDEP, SEMPDEC, SMA, SPO), para avaliação integrada das ações e alinhamento com outras políticas públicas.

Essa dinâmica de integração assegura comunicação contínua, eficiência na execução das atividades e flexibilidade para atendimento a emergências.

2.2.3 Etapas de Implementação e Horizontes Temporais

A organização dos serviços de manutenção de drenagem urbana no município de Petrópolis



deve ser estruturada de forma estratégica e escalonada, considerando o tempo necessário para implementar as ações e garantir a eficácia do sistema ao longo dos anos. O planejamento foi dividido em três horizontes de tempo: curto, médio e longo prazo, permitindo um desenvolvimento gradual, mas constante, da infraestrutura de drenagem e da capacidade administrativa e operacional do município.

A definição de um horizonte de 5 (cinco) anos para a implementação das ações considera a natureza do plano, que difere dos Planos Diretores Municipais e de Drenagem, geralmente com foco estratégico e prazos mais longos, entre 10 e 20 anos. Por se tratar de um plano voltado à manutenção e operação, com enfoque mais operacional e executável nos curto e médio prazos, optou-se por um período mais reduzido, que também permite maior flexibilidade e revisões periódicas. Assim, as metas podem ser alcançadas com mais agilidade, adequando-se à dinâmica dos serviços e à realidade institucional do município.

A implantação da Coordenação e da estrutura de manutenção deve ocorrer de forma escalonada, em três horizontes temporais ao longo de 5 anos, sendo curto prazo (até 2 anos), médio prazo (2 a 3 anos) e longo prazo (3 a 5 anos).

Curto Prazo (até 2 anos)

No horizonte de curto prazo, as ações se concentram na organização interna do serviço e na capacitação dos recursos humanos, bem como na implementação de atividades iniciais que são fundamentais para o bom funcionamento da manutenção da drenagem urbana. Nesse período, será necessário estabelecer a Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana, realizar o levantamento e o diagnóstico das áreas mais críticas de drenagem, bem como a capacitação técnica dos profissionais. Este é o momento de criar as bases para que as ações futuras sejam mais eficazes e bem direcionadas.

Considerando a limitação do quadro técnico atual, recomenda-se que, no curto prazo, a Coordenação funcione como um grupo de trabalho fixo, reunindo atividades de núcleos afins (planejamento, execução, fiscalização e apoio administrativo). Esse arranjo inicial permite viabilizar a implementação gradativa, sem comprometer a efetividade das ações.

Neste horizonte, a SMO e a COMDEP assumem papel central nesse horizonte, uma vez que concentram tanto a capacidade técnica quanto a experiência operacional necessária para viabilizar a criação da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana, a



realização dos primeiros levantamentos físicos e diagnósticos e a condução do treinamento inicial das equipes. As demais secretarias e órgãos associados aos serviços de drenagem atuam em caráter complementar, assegurando a integração institucional e o apoio técnico às ações lideradas pela SMO e pela COMDEP, como mostra o **Quadro 3**.

Além da capacitação inicial, recomenda-se a implementação de um programa de capacitação contínua em práticas de operação e manutenção da drenagem urbana. Esse programa deverá contemplar treinamentos técnicos, atualização em normas e protocolos, uso de ferramentas digitais como o SINDUR e noções de segurança em campo. No curto prazo, a capacitação inicial é indispensável; no médio e longo prazo, deverão ser realizadas reciclagens periódicas, assegurando a atualização constante dos profissionais frente a novas tecnologias e metodologias.

Médio Prazo (2 a 3 anos)

Com o início da operação do sistema de gerenciamento, operação e manutenção da drenagem e a melhoria nas práticas de gestão, o horizonte de médio prazo visa expandir e consolidar a estruturação do serviço. Nesse período, será possível fortalecer a integração entre os diferentes setores envolvidos, como a SMO, a COMDEP, a SEMPDEC, dentre outros, além de intensificar as atividades de manutenção preventiva e corretiva. A revisão do plano de manutenção, baseada nos dados coletados e na análise do desempenho do sistema, que deve ser realizada através dos indicadores de desempenho apresentados no **Produto 4**, será uma ação estratégica para garantir a continuidade e a eficiência do serviço. Nesse horizonte, a capacitação deverá evoluir para treinamentos avançados, contemplando o uso de sensores, sistemas de monitoramento remoto e protocolos de resposta emergencial.

Longo Prazo (3 a 5 anos)

No longo prazo, o foco será consolidar o serviço de manutenção de drenagem urbana como uma prática plenamente integrada e eficiente no município. A avaliação do desempenho das ações implementadas, que deve ser realizada através dos indicadores de desempenho apresentados no **Produto 4**, juntamente com a adaptação às novas demandas urbanísticas e climáticas, permitirá ajustes contínuos no plano. Além disso, há a expectativa de que sejam realizados investimentos em infraestrutura de drenagem mais avançada, como reservatórios de detenção, Soluções baseadas na Natureza, sistemas preditivos mais avançados, como

sensores de monitoramento de níveis de rio, dentre outras tecnologias e práticas inovadoras para garantir melhor manejo das águas pluviais urbanas e redução de riscos de desastres. A capacitação contínua deve se tornar institucionalizada neste período, assegurando que a equipe técnica esteja permanentemente atualizada e apta a incorporar novas soluções e metodologias.

A **Figura 4** apresenta o fluxograma indicando um resumo dos principais objetivos para cada fase da estruturação organizacional do sistema de manutenção de Petrópolis.

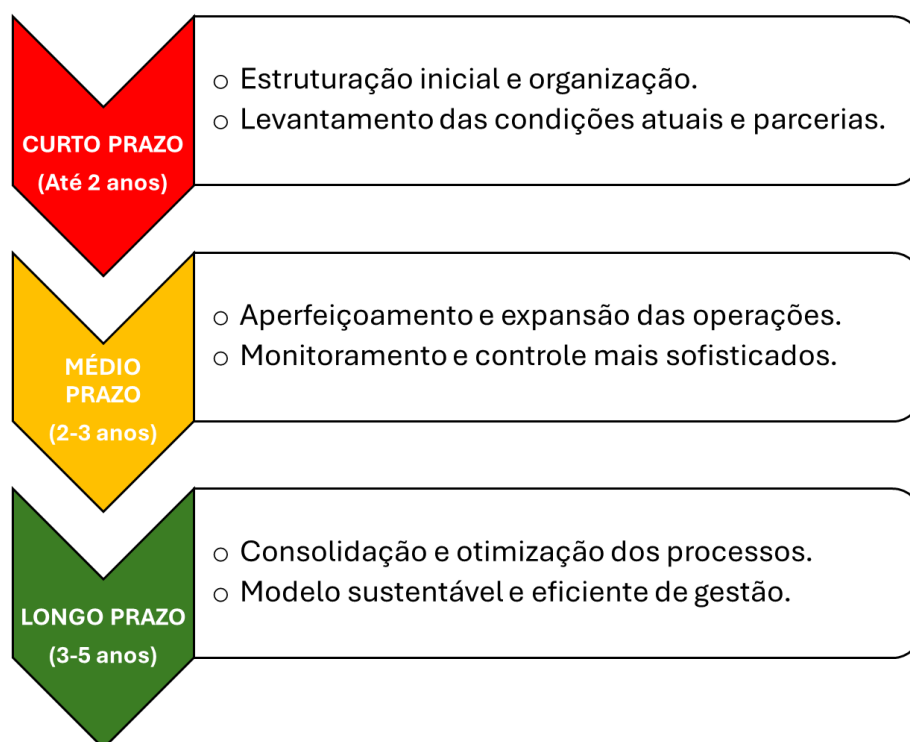


Figura 4 – Fluxograma resumido das três fases para a criação do Sistema de Manutenção

A escolha do horizonte de 5 anos é essencial para garantir que o município tenha tempo suficiente para realizar as modificações necessárias na estrutura organizacional, sem sobrecarregar as capacidades administrativas e operacionais. Esse período também possibilita a revisão do plano com base nos resultados obtidos, adaptando as ações conforme as necessidades que surgirem, garantindo que o sistema de drenagem urbana esteja sempre alinhado às necessidades da população e aos desafios ambientais e urbanos.

O **Quadro 3**, a seguir, reúne as ações, os objetivos principais e as responsabilidades para cada horizonte de planejamento.

Quadro 3 - Etapas de Estruturação do Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana

Prazo	Ação	Objetivos	Responsáveis
Curto Prazo (até 2 anos)	Criação da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana	Formalização da estrutura organizacional e alocação de recursos para a coordenação.	SMO, COMDEP, SPO, SEMPDEC, SMA
	Mapeamento e Diagnóstico da Infraestrutura de Drenagem	Levantamento físico e geoespacial da infraestrutura de drenagem e identificação de problemas críticos.	SMO, COMDEP, SPO, SEMPDEC, SMA
	Desenvolvimento de um Plano Operacional Inicial	Definição de prioridades para manutenção e execução de ações corretivas emergenciais.	SMO, COMDEP, SPO
	Treinamento Inicial da Equipe	Capacitação da equipe em práticas de manutenção e operação do sistema de drenagem.	SMO, COMDEP
Médio Prazo (2-3 anos)	Ampliação da Estrutura da Coordenação	Expansão da equipe e integração com os sistemas de dados geoespaciais.	SMO, COMDEP, SPO
	Implementação de Sistemas de Monitoramento em Tempo Real	Instalação de sensores e implementação de plataforma digital para monitoramento em tempo real.	SMO, COMDEP, SPO, SEMPDEC
	Realização de Obras de Infraestrutura	Execução de obras de drenagem nas áreas mais críticas e em colaboração com esferas de governo superiores.	SMO, COMDEP
	Estabelecimento de Protocolos de Resposta a Emergências	Definição de planos de contingência e realização de simulações de emergências.	SMO, COMDEP, SEMPDEC, SPO
Longo Prazo (3-5 anos)	Avaliação e Atualização do Plano de Manutenção	Revisão do plano de manutenção, ajustes conforme <i>feedback</i> e resultados obtidos.	SMO, COMDEP, SPO
	Implementação de Inovações Tecnológicas	Adoção de novas tecnologias, como sistemas preditivos e soluções sustentáveis.	SMO, COMDEP, SMA, SEMPDEC
	Integração Total com o Sistema de Gestão Urbana	Integração das ações de drenagem com os planos de uso do solo e desenvolvimento urbano do município.	SMO, COMDEP, SPO, SMA, SEMPDEC
	Avaliação de Resultados e Ajustes Futuros	Análise dos impactos das ações, ajustes no sistema e novas propostas de infraestrutura.	SMO, COMDEP, SPO, SMA, SEMPDEC

2.3 PLANO DE AÇÃO INICIAL

Para reduzir, já no curto prazo (até 2 anos), as fragilidades observadas na operação e na manutenção da drenagem urbana de Petrópolis, recomenda-se um conjunto de ações de custo moderado e impacto imediato, detalhadas a seguir.

❖ Instituir um cadastro emergencial simplificado

O cadastro emergencial simplificado é uma ferramenta provisória que permite o registro dos dispositivos de drenagem enquanto o levantamento georreferenciado completo, com equipe de topografia especializada, não é realizado. Esse cadastro deve ser alimentado com dados coletados durante as atividades rotineiras já existentes, como vistorias, inspeções, reparos e limpezas.

Nesse contexto, destaca-se que a concessionária Águas do Imperador (AI) realiza, de forma indireta, um cadastro “informal” da rede de drenagem urbana a partir de suas atividades de campo. Durante a execução de serviços de manutenção do sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário, a concessionária frequentemente identifica a presença de dispositivos de drenagem, registrando pontualmente sua localização e condição. O termo “informal” é utilizado porque, ao analisar os arquivos em formato shapefile enviados pela AI, observa-se que o cadastro contempla trechos de rede de drenagem, mas sem a identificação detalhada da tipologia dos dispositivos, apresentando apenas informações como extensão, material e a indicação se a rede é conhecida ou estimada. Em reunião técnica, foi esclarecido que esse cadastro corresponde às galerias pluviais que recebem contribuições provenientes das bocas de lobo e sarjetas. Ressalta-se a importância desse acervo, que, embora não contenha todos os dados necessários para o gerenciamento completo da drenagem urbana, possui caráter georreferenciado, representando um avanço significativo em direção à consolidação de um cadastro mais abrangente e sistematizado dos sistemas de drenagem. Destaca-se, ainda, que pode ser realizada uma integração entre os órgãos, de forma que a Prefeitura possa utilizar as informações desse sistema para complementar seu banco de dados.

É fundamental adotar a padronização da nomenclatura técnica utilizada para os dispositivos de drenagem, a fim de evitar inconsistências em cadastros, projetos e relatórios. Termos como “bueiro” e “boca de lobo”, por exemplo, devem ser empregados conforme a terminologia consolidada nos manuais de drenagem urbana: boca de lobo corresponde ao



conjunto de abertura, caixa de captação e ligação com a rede; grelha é o elemento superficial de ferro ou concreto; e bueiro é a estrutura enterrada de travessia sob vias. Recomenda-se a elaboração de um glossário técnico municipal, a ser incorporado ao SINDUR e aos contratos de manutenção.”

Para apoiar esse processo, foi elaborada uma ficha de campo apresentada no **Quadro 4** que reúne informações essenciais, como localização (com coordenadas geográficas), dimensões, condições operacionais e registros fotográficos, entre outros dados relevantes. As fichas podem ser impressas e preenchidas manualmente durante o trabalho em campo, e posteriormente as informações devem ser inseridas no Sistema de Informação em Drenagem Urbana (SINDUR), de forma a garantir sua integração com os bancos de dados municipais.

Quadro 4 – Modelo de Ficha de Cadastro e Inspeção dos Dispositivos de Drenagem

MODELO DE FICHA DE CADASTRO/INSPEÇÃO	
1 - Dados de Identificação	
Código do dispositivo:	
Tipo de Dispositivo: ☐ Sarjeta ☐ Boca de lobo ☐ Caixa de passagem ☐ Conduto de ligação ☐ Poço de Visita ☐ Galeria ☐ Canal aberto ☐ Outro – especifique:	
Endereço:	
Coordenadas Geográficas:	
Data:	Hora:
Órgão/empresa:	
Nome do inspetor/equipe técnica:	
2 – Características Físicas	
Material:	
Extensão (m):	Altura (m):
Diâmetro (m):	Largura (m):
3 – Condições Observadas	
Estado geral do dispositivo: () Bom () Regular () Ruim Presença de resíduos/sedimentos: () Sim () Não Obstrução: () Nenhuma () Parcial () Total Danos estruturais visíveis: () Rachaduras () Desplacamentos () Colapso Evidência de erosão nas imediações: () Sim () Não Necessidade de inspeção especializada (por engenheiro): () Sim () Não Seção hidráulica adequada: () Sim () Não	
4 – Demanda da Manutenção	
☐ Limpeza ☐ Reparo estrutural ☐ Substituição ☐ Inspeção complementar ☐ Outro - especifique:	
5 – Registro Fotográfico	
Foto Panorâmica	Foto Detalhe
6 – Informações Adicionais	

Nesse contexto, o cadastro simplificado pode ser organizado da seguinte forma:

- Consolidar, em uma planilha georreferenciada única (utilizando Google Sheets ou QGIS), todas as informações disponíveis sobre bueiros, bocas de lobo e trechos de galeria já identificados nos cadastros existentes da COMDEP e da SMO. À medida que novos dados forem sendo coletados por meio das atividades de cadastro, vistoria ou manutenção, esses deverão ser incorporados à planilha, mantendo o banco de dados sempre atualizado e integrado;
- Utilizar aplicativos móveis gratuitos, como o Geo Tracker e o Timestamp Camera, para coletar coordenadas geográficas durante as atividades de limpeza de rotina realizadas pelas equipes em campo. Esse levantamento preliminar, ainda que simplificado, serve como base para identificar lacunas no cadastro e definir prioridades para inspeções futuras. Ressalta-se que os próprios smartphones já oferecem recursos de geolocalização incorporados às imagens, permitindo extrair coordenadas diretamente das fotos. Ferramentas gratuitas, como o GeoSetter, possibilitam a conversão dessas informações em pontos georreferenciados, viabilizando sua integração aos sistemas de informação espacial do município;
- Cadastrar, através de medições locais e registros fotográficos, a tipologia dos dispositivos (sarjetas, bocas de lobo, caixas, bueiros, entre outros), bem como as dimensões dos dispositivos (diâmetro, largura, altura, comprimento), dentre outras informações pertinentes, conforme apresentado na Ficha de Cadastro e Inspeção do **Quadro 4**;
- Mapear, especialmente, os dispositivos cadastrados, integrando estas informações com o banco de dados atualmente existente no município e gerenciado pela SPO.

Neste item é importante reforçar a importância da correta nomenclatura dos termos utilizados, principalmente em relação aos dispositivos “bueiro” e “boca de lobo”, uma vez que é comum haver ambiguidade entre esses termos, gerando inconsistências em cadastros e na comunicação entre setores técnicos.

Em Petrópolis, conforme observado nos cadastros existentes, concluiu-se que o termo “bueiro” tem sido utilizado para se referir ao conjunto formado por boca de lobo, grelha e caixa de inspeção ou captação. Já o termo “boca de lobo” é frequentemente usado para

designar apenas a grelha ou elemento visível de captação na via.

Essa nomenclatura, embora compreensível no uso cotidiano, não corresponde à terminologia técnica usual, na qual:

- **Boca de lobo** é o conjunto formado por abertura na guia (ou grelha), caixa de captação e ligação com o sistema de drenagem;
- **Grelha** é apenas o elemento superficial de ferro ou concreto que cobre a caixa;
- **Bueiro**, tecnicamente, se refere a uma estrutura enterrada para travessia de fluxo sob vias, como tubos ou galerias (muito usada em zonas rurais ou rodovias).

Recomenda-se a padronização dos termos utilizados nos documentos técnicos, com base em definições consolidadas na engenharia e nos manuais de drenagem urbana, com o objetivo de evitar inconsistências em levantamentos de campo, projetos, planos operacionais e contratos de manutenção.

A elaboração de um glossário técnico, fundamentado nos cadastros existentes e em normativos oficiais, pode contribuir de forma significativa para a clareza, padronização e efetividade das ações de gestão da drenagem urbana no município. Durante a fase de capacitação (Produto 5), será desenvolvido um glossário específico para apoiar os técnicos e gestores municipais na correta interpretação e utilização desses termos, promovendo maior precisão nos cadastros e na comunicação institucional.

❖ **Padronizar ordens de serviço *on-line***

Com o objetivo de automatizar processos, garantir a rastreabilidade das ações e promover maior integração entre as secretarias envolvidas na gestão da drenagem urbana, recomenda-se a criação de um formulário eletrônico padronizado (por meio de ferramentas como Google Forms ou equivalentes).

Esse formulário deve ser utilizado por todas as secretarias para o registro de solicitações, execução de serviços, responsáveis, datas de conclusão e quantidades atendidas (como metros lineares, unidades ou áreas).

A ferramenta gera automaticamente um banco de dados digital, que substitui a troca de ofícios físicos, reduz riscos de perda de informações em mudanças de gestão e permite a consolidação de indicadores de desempenho em relatórios semanais ou mensais.



Esta padronização pode ser realizada da seguinte maneira:

- Criação e hospedagem do formulário:
 - o Utilizar o Google Forms, Microsoft Forms ou uma ferramenta compatível com o sistema da prefeitura;
 - o O formulário deve ser hospedado em uma conta institucional vinculada à secretaria coordenadora (por exemplo, a Secretaria de Obras ou o Núcleo de Planejamento e Controle Operacional);
- Campos obrigatórios para preenchimento padronizado:
 - o A equipe que solicita ou executa o serviço preenche os dados em campo ou ao final da atividade, diretamente por celular ou computador;
- Centralização das respostas:
 - o As respostas alimentam automaticamente uma planilha georreferenciável no Google Sheets (ou Excel online), acessível apenas às equipes autorizadas;
- Acompanhamento e indicadores:
 - o O banco de dados pode ser utilizado para gerar dashboards semanais (em Power BI, Data Studio, etc.), identificar gargalos, avaliar metas de manutenção, responder a auditorias e subsidiar relatórios técnicos.

A padronização desta ordem de serviço pode ser realizada unindo as informações obtidas através da Ficha de Cadastro e Inspeção apresentada no **Quadro 4**, acrescida de informações referente ao status da solicitação, como “atendida”, “não atendida”, e “em análise”. Além disso, esta etapa tem correlação direta com as rotinas de abertura e fechamento de solicitações apresentadas no **item 2.4** deste relatório.

❖ **Programar limpeza preventiva cíclica**

Estabelecer, com base nos cadastros já realizado, lotes fixos de limpeza por dia. Mesmo sem cadastro completo, um roteiro periódico garante que todos os pontos sejam mantidos ao menos duas vezes por ano, reduzindo entupimentos e demandas de emergência.

As frequências de limpeza devem seguir as diretrizes apresentadas no Produto 2 - Diretrizes



para operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem, bem como a Estrutura de Execução das Ações de Operação e Manutenção da Drenagem Urbana apresentada no item 3.4.

Ressalta-se, ainda, que os estudos relativos aos indicadores de desempenho da drenagem, ou seja, número de dispositivos a serem limpos por dia/mês/ano, será melhor analisada e apresentada no Produto 4 - Definição de Indicadores de Desempenho do Sistema de Águas Pluviais.

❖ **Segregar centro de custo “drenagem”**

Embora atualmente o município de Petrópolis não tenha especificado os gastos relativos aos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, recomenda-se solicitar à contabilidade municipal uma rubrica específica dentro da SMO e outra na COMDEP para lançamentos ligados à drenagem (insumos, horas-máquina, mão de obra).

Ainda que o valor seja apenas estimado, isso viabiliza acompanhar, mês a mês, quanto se gasta com os serviços relacionados ao sistema, o que atualmente é desconhecido no município.

Ressalta-se que, após a implementação da estrutura proposta no item 2.2, o controle orçamentário será responsabilidade do Núcleo de Gestão Contratual e Apoio Administrativo.

❖ **Capacitar rapidamente as equipes**

A capacitação técnica dos profissionais envolvidos na gestão da drenagem urbana é essencial, especialmente diante da atual ausência, em alguns setores da Prefeitura, do uso de ferramentas geotecnológicas, de softwares para cadastro digital de informações e da familiaridade com termos técnicos específicos, conforme já mencionado.

Dessa forma, recomenda-se a realização de oficinas internas com foco na identificação correta dos dispositivos de drenagem, boas práticas de limpeza e reparo, detecção de ligações irregulares, uso de aplicativos para coleta de dados em campo, entre outras ações fundamentais para a execução eficiente do plano de manutenção.

O presente plano já contempla, no Produto 5, oficinas de capacitação. No entanto, é recomendável que o município se estruture para que essas atividades ocorram de forma contínua, podendo ser organizadas por Distrito, o que favorece maior abrangência e



aderência das equipes locais.

Além disso, o apoio técnico de profissionais especializados pode ser viabilizado por meio de parcerias com universidades, comitês de bacia hidrográfica e o CREA, que frequentemente oferecem esse tipo de instrução sem custos elevados para o poder público.

❖ **Estabelecer canal direto com a SEMPDEC**

Considerando que já existe, atualmente, o cadastro de ocorrência realizada pela Defesa Civil, uma das ações iniciais consiste em integrar o mapeamento de ocorrências de alagamentos, inundações e enxurradas da SEMPDEC ao formulário de ordens de serviço, dando prioridade automática a trechos que acumulam reclamações ou que já apresentaram problemas relacionados à drenagem.

❖ **Lançar campanha “drenagem não é esgoto”**

Com apoio da comunicação oficial, divulgar campanhas simples em redes sociais, rádio comunitária, pontos de ônibus, escolas e associações de moradores alertando sobre proibição de lançar esgoto e descartar resíduos na rede de drenagem. Podem ser estabelecidas parcerias com a concessionária Águas do Imperador (AI) para a execução dessas ações de conscientização.

❖ **Planejar inspeções visuais rápidas**

Recomenda-se a alocação de uma equipe técnica para percorrer, preferencialmente em dias secos, os principais trechos de galerias superficiais do município. Durante essas inspeções, devem ser registradas, por meio de fotos georreferenciadas, eventuais obstruções, processos erosivos, acessos bloqueados, ligações irregulares e outros pontos críticos. Como ferramenta de apoio, pode ser utilizada a Ficha de Inspeção apresentada no **Quadro 4**, sendo essencial que as informações coletadas alimentem continuamente o cadastro emergencial simplificado.

Para a realização dessas inspeções visuais, tomando como referência uma estimativa de que, cada equipe inspecione, em média, entre 800 a 1200m de galeria por dia, que serão estabelecidos como pontos prioritários as regiões urbanizadas/pavimentadas. Supondo que 30% da extensão de vias pavimentadas tenha rede de drenagem com galerias e que, de acordo com a malha viária fornecida pela Prefeitura, Petrópolis possui em torno de 725.000,00 metros de rua pavimentada, 400.000,00 metros de paralelepípedo e intertravado,



e 213.000,00 metros de via sem pavimento, tem-se que: $(725.000 + 400.000) \text{ m} \times 0,30 = 337.500 \text{ m}$ (337,5 km de galerias estimadas).

Com 1 (uma) equipe realizando a inspeção de 1.000m de galeria/dia, seriam necessários 337,5 dias para inspecionar todo o município. O aumento do número de equipes resulta também no aumento da eficiência, chegando a 4 meses, com a atuação de 4 equipes.

A equipe mínima necessária consiste em um técnico de inspeção, um auxiliar e um motorista. Os equipamentos a serem utilizados são: Smartphones com GPS e câmera; Lanterna LED portátil; Fichas impressas ou formulário digital (Google Forms); EPI's: botas, luvas, colete refletivo, capacete, máscara; Trena e nível de mão (opcional); Veículo leve (tipo pick-up ou utilitário).

Conclui-se, portanto, que com equipes enxutas e ferramentas acessíveis, é viável estruturar um plano de inspeções visuais rápidas que garanta diagnóstico contínuo da rede de drenagem, fortalecendo a gestão preventiva e subsidiando futuras intervenções com dados atualizados e confiáveis.

2.4 CENTRAL DE ATENDIMENTO

O Serviço de Manutenção deverá prever uma Central de Atendimento à população, disponível 24 horas por dia, para receber solicitações de intervenção que possam alterar ou suspender o cronograma de atividades previamente estabelecido. As demandas podem ser registradas a qualquer momento por meio de WhatsApp, e-mail institucional, site (protocolo *online*) ou pelo SEI Petrópolis. Para isso, deverá ser criado um canal exclusivo no WhatsApp e um endereço de e-mail dedicados ao atendimento.

A seguir é apresentada uma sugestão de fluxo simplificado para receber, registrar e resolver demandas de drenagem, cujo fluxograma das etapas está indicado na **Figura 5**.

Etapas 1 . Canal único de entrada – WhatsApp oficial

- Criar um número de WhatsApp (de preferência, usar a opção Whatsapp Business) denominado “Drenagem Petrópolis”.
- Usar respostas automáticas (catálogo) com opções:
 1. Solicitar limpeza de dispositivos de drenagem
 2. Comunicar ponto de alagamento/inundação frequente
 3. Comunicar entupimento ou obstrução em rede de drenagem

4. Relatar erosão ou afundamento provocado por água da chuva
 5. Comunicar dispositivo de drenagem quebrado ou danificado
 6. Denunciar descarte irregular de resíduos em sistemas de drenagem
 7. Consultar andamento de uma solicitação
 8. Falar com um atendente
- Solicitar ao cidadão envio de mensagem de texto com a descrição do problema, foto e localização (endereço ou coordenadas do ponto);
 - Após o envio, o cidadão deverá receber automaticamente uma mensagem confirmando o registro da solicitação, com número de protocolo e previsão estimada de finalização do serviço.

Etapa 2 . Planilha-mestre no Google Sheets

- Cada atendente deverá copiar e colar, em tempo real, os dados do WhatsApp para uma planilha compartilhada, informando os seguintes dados: Nº do protocolo (gerado automaticamente), data, nome/telefone, bairro, link do ponto no mapa, tipo de solicitação, status (novo / em serviço / concluído).
- Caso seja enviada a localização do WhatsApp, o ponto já abre no Google Maps, dispensando usos de ferramentas de geoprocessamento GIS.

Etapa 3 . Triagem rápida

- Deverá ser indicado na coluna “Responsável” o órgão responsável pela problema relatado: Reparo (SMO); Limpeza (COMDEP); Pontos de alagamento ou inundação (SEMPDEC); e outros.
- Filtrar por órgão, gerando a lista diária de tarefas; a chefia imprime ou compartilha por um WhatsApp interno com a equipe de campo.

Etapa 4 . Confirmação de execução

- Ao terminar, o encarregado envia uma foto mostrando “antes/depois” de volta ao mesmo WhatsApp interno.
- O atendente altera o status para “concluído” e anota data/hora;
- Uma mensagem com foto é enviada ao usuário, informando a conclusão do serviço e o fechamento da solicitação.

Etapa 5 . Acompanhamento pelo cidadão

- Usar o recurso “*link* compartilhável” da linha no Google Sheets; envie ao solicitante assim que o pedido entra na planilha. Ele poderá ver o status mudar sem precisar de sistema próprio.

Etapa 6 . Indicadores básicos (automático)

- No mesmo Sheets, criar um gráfico simples contendo as seguintes informações: Total de solicitações no mês; Percentual (%) de serviços concluídos; Tempo médio (data conclusão – data abertura).
- A planilha possui atualização automática, e pode ser usada para prestação de contas em reuniões, bem como para tomada de decisões e planejamento das ações direcionadas à drenagem.

Atualmente, conforme identificado no Produto 2, os atendimentos às demandas de drenagem são realizados por telefone e presencialmente, com registro das informações em papeletas. As solicitações encaminhadas por e-mail são impressas, respondidas diretamente ao solicitante e também cadastradas no sistema SEI. Após o recebimento da solicitação, é realizada vistoria em campo e feita a triagem para priorização dos casos mais urgentes, visando sua execução imediata.

No âmbito do Produto 3, está sendo sugerida a criação de um canal específico via WhatsApp institucional, dedicado ao atendimento de demandas de drenagem. Entretanto, também se avalia a possibilidade de utilização do SEI Petrópolis, sistema oficial da Prefeitura, como alternativa para consolidar os registros. O SEI possibilita formalizar as solicitações em ambiente já institucionalizado, garantindo protocolo de acompanhamento, tramitação entre secretarias e rastreabilidade das informações.

Cabe destacar, contudo, que o SEI não dispõe atualmente de uma seção específica para drenagem urbana. Para viabilizar seu uso nesse contexto, seria necessário criar uma categoria própria, como “Manutenção de Drenagem Urbana”, de modo a assegurar que as demandas sejam devidamente classificadas e encaminhadas à Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem.

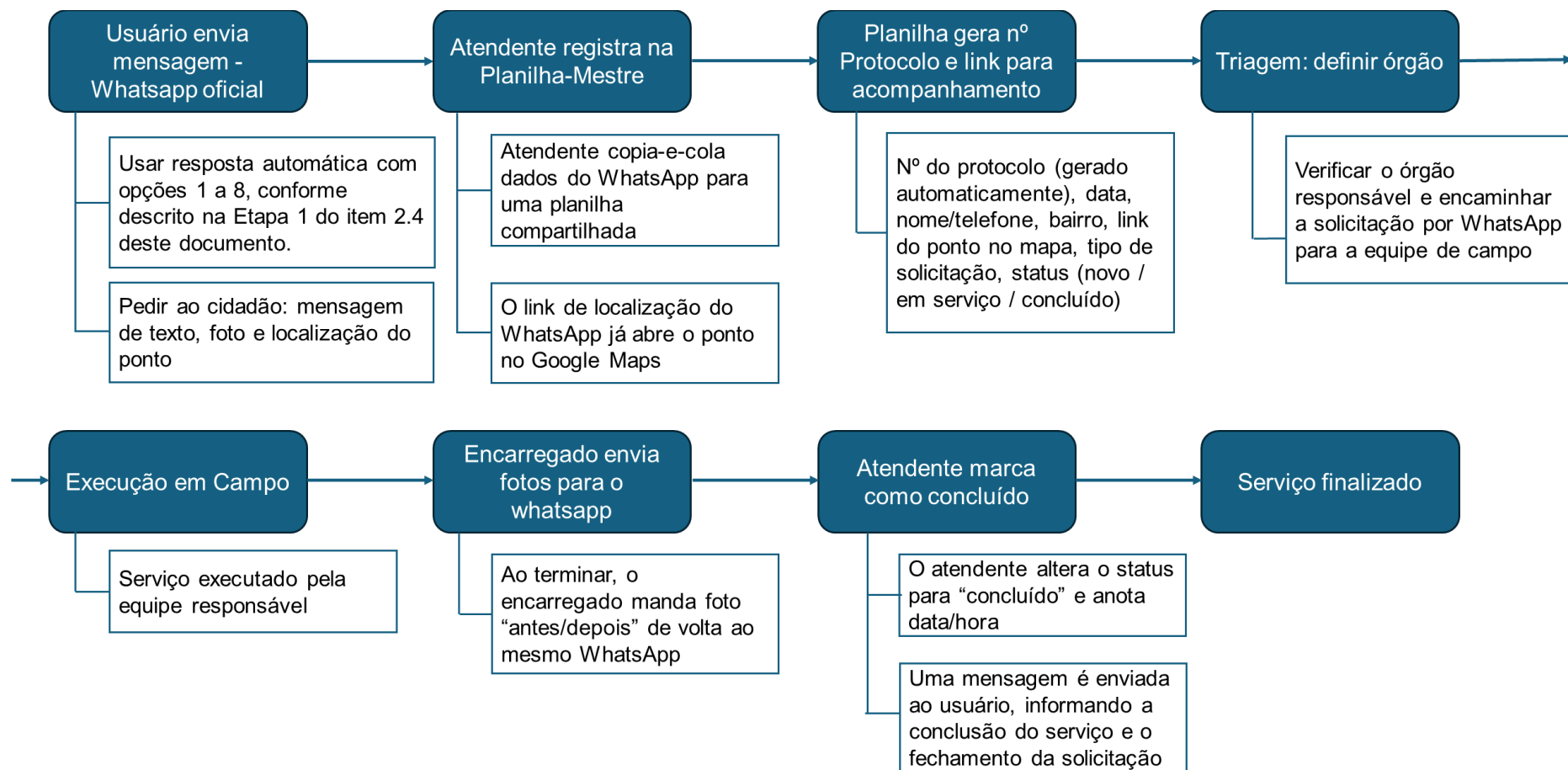


Figura 5 – Fluxograma das etapas da Central de Atendimento para controle das solicitações relacionadas à drenagem

O **Quadro 5**, a seguir, mostra um resumo dos custos e recursos necessários para o funcionamento da Central de Atendimento proposta, indicando que é possível implantar um sistema mais automatizado, em curto prazo, de forma a promover o cadastro, acompanhamento e controle das solicitações e atendimentos dos serviços de drenagem.

Quadro 5 - Recursos necessários para a implantação de um central simplificada de atendimento do Serviço de Manutenção

Item	Ferramenta	Custo
Atendimento digital	WhatsApp Business	Gratuito (uso de internet)
Registro e controle	Google Sheets (Google Workspace básico)	Gratuito até 15 GB; ~ R\$ 30/mês se precisar de mais usuários
Treinamento	Um dia de oficina para atendentes	Pode ser interno
Equipamento de campo	Smartphone já usado pelas equipes	Sem custo adicional

3. PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DE MANUTENÇÃO

Os procedimentos operacionais de manutenção são fundamentais para garantir que as atividades de manutenção e operação dos sistemas de drenagem urbana sejam realizadas de forma padronizada, eficiente e dentro das melhores práticas recomendadas. A estruturação desses procedimentos no contexto da drenagem urbana de Petrópolis deve considerar as características do município, como a topografia, o clima e os padrões de ocupação urbana. Para isso, é necessário elaborar procedimentos que possam ser seguidos tanto pela equipe técnica quanto pela equipe administrativa, garantindo a agilidade e a transparência nas operações de manutenção.

As modalidades de manutenção apresentadas no Produto 2 são aqui detalhadas em seus procedimentos operacionais e responsabilidades institucionais, conforme detalhado a seguir e resumido no **Quadro 6**, com vistas à aplicação prática no município de Petrópolis. A operacionalização deve ser conduzida de forma sistemática, com definição de periodicidades, responsáveis e registros, garantindo a efetividade das ações e a redução de riscos associados a enchentes e deslizamentos.

3.1 OBJETIVO

O objetivo desta seção é fornecer os parâmetros gerais para a realização das atividades de manutenção, operação e monitoramento dos sistemas de drenagem urbana, abrangendo os seguintes setores:

- **Manutenção Preventiva:** Inspeção regular e ações preventivas para evitar falhas nos sistemas de drenagem;
- **Manutenção Preditiva:** Uso de tecnologias para prever falhas ou problemas nos sistemas de drenagem com base em dados históricos e em tempo real;
- **Manutenção Corretiva:** Ações corretivas que serão tomadas em resposta a problemas identificados durante as inspeções ou eventos extremos;
- **Monitoramento e Diagnóstico:** Processos para a coleta de dados e a análise do desempenho dos sistemas de drenagem, incluindo dados meteorológicos, de vazão e de impactos de eventos hidrológicos extremos;
- **Gestão de Emergências:** Procedimentos específicos para a atuação durante eventos

extremos como chuvas intensas, inundações, alagamentos, enxurradas e deslizamentos;

- Tecnologias e Ferramentas: instrumentos digitais e analógicos para apoiar a manutenção, o monitoramento e a resposta a emergências;
- Registro e Avaliação das Ações Executadas: sistematização dos resultados e retroalimentação do planejamento municipal (Plano Anual de Manutenção).

3.2 PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS

As modalidades de manutenção apresentadas no Produto 2 são aqui detalhadas em seus procedimentos operacionais e responsabilidades institucionais, com vistas à aplicação prática no município de Petrópolis. A operacionalização das rotinas de manutenção deve ser conduzida de forma sistemática, com definição clara de periodicidade, responsáveis e registros, de modo a assegurar a continuidade e a efetividade das ações.

Neste contexto, os procedimentos operacionais abrangem: (i) manutenção preventiva; (ii) manutenção corretiva; (iii) manutenção preditiva; (iv) atividades de monitoramento e diagnóstico; (v) diretrizes de gestão de emergências; (vi) uso de tecnologias e ferramentas de apoio; e (vii) registro e avaliação das ações executadas.

Complementarmente, a elaboração e atualização do Plano Anual de Manutenção (PAM) constitui o principal instrumento de planejamento que sistematiza e organiza todos esses procedimentos em base anual. Cada um desses componentes é descrito a seguir, com seus respectivos objetivos, procedimentos e responsabilidades institucionais.

3.2.1 Manutenção Preventiva

A manutenção preventiva é a base para a preservação da funcionalidade dos sistemas de drenagem e deve ser realizada de forma periódica. Abaixo, são apresentados os principais procedimentos para esta etapa:

- **Inspeção das Redes de Drenagem:** A equipe responsável deve realizar inspeções mensais para verificar a obstrução de galerias, bueiros e canaletas. Devem ser utilizadas tecnologias, como drones ou câmeras subaquáticas, para identificar problemas que não são facilmente visíveis. Nesta etapa deverá ser preenchida uma ficha de inspeção, conforme sugerido no **Quadro 4**;



- **Limpeza e Desobstrução de Bueiros e Galerias:** A remoção de lixo, folhas e outros materiais obstrutivos é essencial para garantir que a água flua adequadamente. Esse serviço deve ser realizado semestralmente ou de acordo com a necessidade, dependendo da área e do volume de resíduos acumulados;
- **Vistoria de Áreas Críticas:** Identificação de pontos críticos onde o sistema de drenagem pode apresentar falhas frequentes. Essas áreas devem ser monitoradas com maior intensidade e, quando necessário, devem ser alvo de intervenções preventivas, como reforço de estruturas de drenagem.

Responsável principal: COMDEP

Corresponsáveis: SMO e SMA

- A COMDEP será responsável pela execução direta das atividades de campo, como limpeza e desobstrução de bueiros, caixas de passagem e bocas de lobo, de acordo com um cronograma fixo e conforme demanda;
- A SMO deve atuar no planejamento técnico e na fiscalização das rotinas de manutenção, além de atualizar os registros de redes e pontos críticos;
- A SMA atuará na orientação técnica quanto aos impactos ambientais da manutenção e na articulação com ações de educação ambiental para evitar o descarte irregular de resíduos.

Em nível estadual, as ações de manutenção preventiva deverão contar com o apoio dos seguintes órgãos: INEA, SEIOP e DER-RJ. O INEA será responsável pelas atividades de dragagem e limpeza no âmbito do Programa Limpa Rio; o SEIOP atuará na manutenção do Túnel Extravasor; e o DER-RJ ficará encarregado das intervenções relacionadas aos dispositivos de drenagem das rodovias estaduais. Além disso, destaca-se a participação do DNIT, responsável pelas obras e manutenções dos dispositivos de drenagem das rodovias federais.

3.2.2 Manutenção Corretiva

A manutenção corretiva é executada quando problemas no sistema de drenagem são identificados, seja por meio de inspeção, de solicitações da população, ou como resultado de eventos hidrológicos extremos. Os procedimentos incluem:



- **Avaliação de Dano:** Determinação da extensão do dano após eventos de chuva intensa ou deslizamentos de terra. Esse processo deve ser realizado rapidamente após a ocorrência de um evento, com a participação de engenheiros civis, técnicos e especialistas em drenagem;
- **Intervenções de Reparação:** Dependendo da gravidade do dano, pode ser necessário realizar reparos em galerias de drenagem, correção de erosões ou remoção de detritos. As equipes responsáveis devem priorizar as áreas mais afetadas, garantindo a restauração das funções de drenagem o mais rápido possível;
- **Rotina de Funcionamento:** Em virtude da necessidade de articulação com a Engenharia de Tráfego e com os órgãos responsáveis pela pavimentação e vias urbanas, a manutenção corretiva deve considerar duas situações:
 - Manutenção programada (*prazo máximo de 72 horas*): aplicável a ocorrências que demandam reparo com urgência relativa, mas que não comprometem imediatamente a pavimentação ou o trânsito de veículos;
 - Manutenção emergencial: aplicável a falhas que comprometem a segurança da população, a circulação viária ou o funcionamento das redes, exigindo resposta imediata.

Responsável principal: SMO

Corresponsáveis: COMDEP e SEMPDEC

- A SMO responderá pelas intervenções estruturais corretivas nas redes e estruturas de drenagem;
- A COMDEP fornecerá apoio operacional e logístico, com equipe e equipamentos, em especial em ações emergenciais;
- A SEMPDEC auxiliará na priorização das ações corretivas em função da gravidade e da ameaça à segurança da população.

Além dos órgãos municipais mencionados, destaca-se também a atuação do órgão estadual DER-RJ, que executa essas ações nas rodovias estaduais, reparando bueiros, sarjetas e demais sistemas de drenagem afetados por obstruções, erosões ou colapsos. De forma equivalente, tem a atuação em nível federal do DNIT, que realiza a manutenção corretiva



dos dispositivos de drenagem nas rodovias federais, atuando na recuperação de estruturas danificadas e na solução de falhas que comprometem a segurança e a funcionalidade da via.

3.2.3 Manutenção Preditiva

A manutenção preditiva envolve a utilização de dados e tecnologias avançadas para antecipar falhas nos sistemas de drenagem antes que elas aconteçam, permitindo uma ação proativa. Ela visa prever problemas com base no comportamento e no desgaste dos componentes do sistema. Para a implementação da manutenção preditiva em Petrópolis, os seguintes procedimentos são essenciais:

- **Instalação de Sensores e Monitoramento em Tempo Real:** Sensores de vazão, nível de água, pressão e vibração podem ser instalados nas principais partes do sistema de drenagem, como bueiros e galerias. Os dados coletados são analisados para identificar padrões que indiquem a possibilidade de falhas iminentes, como obstruções ou desgaste excessivo das estruturas;
- **Análise de Dados e Modelagem Preditiva:** Utilização de sistemas de análise de dados para prever o desempenho futuro do sistema. Algoritmos de aprendizado de máquina podem ser usados para identificar tendências nos dados históricos e prever quando manutenções ou intervenções serão necessárias, com base na taxa de deterioração dos componentes;
- **Inspecções Baseadas em Dados:** A partir da análise preditiva, as equipes de manutenção podem ser direcionadas para áreas específicas onde problemas são mais prováveis de ocorrer, otimizando os recursos e a logística da manutenção.

Responsável principal: SEMPDEC em Parceria com o INEA e o CEMADEN-RJ

Corresponsáveis: SMO e COMDEP

- A SEMPDEC contribuirá com o cruzamento de dados meteorológicos e geotécnicos, atuando em pontos de alerta para antecipar riscos de colapso ou sobrecarga dos sistemas;
- A SMO será responsável por coordenar a implantação de tecnologias de monitoramento e análise preditiva, como sensores e *softwares*;



- A COMDEP poderá executar inspeções em campo orientadas pelos dados preditivos, priorizando as áreas mais suscetíveis.

3.2.4 Monitoramento e Diagnóstico

O monitoramento contínuo do desempenho dos sistemas de drenagem é essencial para a identificação precoce de falhas e a avaliação da necessidade de manutenção.

- **Coleta de Dados:** Utilização de sensores de nível de água, pluviômetros e medidores de vazão instalados em pontos estratégicos do sistema de drenagem. Esses dados são importantes para a análise da eficiência do sistema e para prever problemas em áreas suscetíveis a alagamentos ou deslizamentos.
- **Análise de Desempenho:** A análise periódica desses dados deve ser feita para avaliar a necessidade de ajustes no sistema de drenagem. Relatórios devem ser gerados a cada trimestre para monitorar a evolução da condição do sistema.

Responsável principal: SMO

Corresponsáveis: SMA, SEMPDEC, COMDEP, INEA e AI

- A SMO será responsável pela centralização, análise e sistematização dos dados de desempenho das redes e dispositivos;
- A SEMPDEC proverá dados geotécnicos e meteorológicos, contribuindo para a análise de riscos;
- O INEA poderá ser parceiro no acesso a dados hidrológicos e na articulação com planos estaduais;
- A SMA contribuirá com o monitoramento de impactos ambientais, especialmente em áreas de preservação ou risco;
- A COMDEP, por estar em campo com frequência, pode fornecer dados empíricos e evidências de funcionamento ou falhas;
- A AI, concessionária responsável pelos sistemas de água e esgoto, poderá contribuir com registros obtidos em suas vistorias de campo, comunicando falhas e anomalias identificadas na rede de drenagem durante a execução de seus serviços.

Além da coleta e análise de dados locais, o monitoramento da drenagem urbana deverá

estar integrado aos sistemas de monitoramento hidrológico e meteorológico já existentes, operados por órgãos como INEA, CEMADEN, CEMADEN-RJ e INMET. Essa integração permitirá ampliar a confiabilidade das informações, subsidiar análises preditivas e apoiar a tomada de decisão em situações críticas. Os dados coletados deverão ser compartilhados em tempo real com a SEMPDEC, garantindo maior agilidade na emissão de alertas e na preparação para eventos extremos. Recomenda-se, ainda, que o SINDUR funcione como a plataforma integradora desses fluxos de informação, centralizando registros municipais e permitindo interoperabilidade com sistemas estaduais e federais.

3.2.5 Gestão de Emergências

Durante eventos extremos, a gestão de emergência deve ser executada de maneira coordenada entre as diferentes secretarias envolvidas, como a Secretaria de SEMPDEC, COMDEP e Secretaria de Obras. Os procedimentos incluem:

- **Plano de Ação para Emergências:** Elaboração de um plano de ação detalhado que inclua a mobilização de equipes, a alocação de recursos e a comunicação com a população em caso de alagamentos ou deslizamentos;
- **Acionamento de Equipamentos de Resposta Rápida:** Equipamentos como bombas de água, caminhões de limpeza e veículos de transporte de material devem estar prontos para serem mobilizados imediatamente após a ocorrência de um evento extremo.

Responsável principal: SEMPDEC

Corresponsáveis: COMDEP, SMO, SMA, CIMOP

- A SEMPDEC será o órgão coordenador das ações em situações de emergência e risco hidrológico-geotécnico, articulando os demais setores e comunicando com a população.
- A COMDEP atuará na limpeza emergencial de vias, remoção de obstruções e suporte à mobilidade.
- A SMO deverá atuar nas intervenções emergenciais em redes colapsadas e em ações estruturais.
- A SMA participará do monitoramento ambiental e da identificação de riscos



associados à ocupação irregular do solo

- A CIMOP dará apoio por meio do uso de câmeras de segurança, utilizadas para identificar pontos de alagamento e inundações em tempo real.

O Gabinete do Prefeito deverá ser envolvido na articulação política e na mobilização intersetorial e de recursos, especialmente quando houver necessidade de decretar situação de emergência ou calamidade.

3.2.6 Registro e Avaliação das Ações Executadas

O registro e a avaliação sistemática das ações de manutenção são fundamentais para garantir a rastreabilidade das intervenções, a transparência da gestão e a consolidação de dados que subsidiem o planejamento futuro.

Abaixo, são apresentados os principais procedimentos para esta etapa:

- Registro das Atividades Executadas: todas as ações preventivas, corretivas, preditivas, de monitoramento e emergenciais devem ser documentadas por meio de fichas de campo, relatórios técnicos e registros fotográficos, devidamente integrados ao SINDUR. Além disso, recomenda-se o acompanhamento dos movimentos de veículos e equipes em campo, permitindo avaliar a logística dos serviços, a produtividade das equipes e a otimização das rotas de atendimento;
- Consolidação dos Dados: as informações registradas devem ser organizadas em banco de dados municipal, permitindo a análise periódica e a retroalimentação dos sistemas de planejamento;
- Avaliação Periódica: com base nos registros, devem ser elaborados relatórios que verifiquem a efetividade das rotinas, identifiquem gargalos e apontem prioridades de investimento, considerando indicadores de desempenho previamente estabelecidos;
- Integração ao PAM: todos os registros e avaliações deverão servir como insumo direto para a elaboração e atualização do Plano Anual de Manutenção (PAM), assegurando que o planejamento seja permanentemente alimentado pelas evidências práticas.

Responsável principal: SPO

Corresponsáveis: SMO, COMDEP e SMA



- A SPO será responsável pela consolidação e análise das informações registradas;
- A SMO deverá contribuir com a atualização de registros técnicos das redes e dispositivos de drenagem;
- A COMDEP fornecerá dados empíricos coletados em campo durante as atividades de limpeza e manutenção;
- A SMA apoiará a avaliação quanto a impactos ambientais e articulará com ações de educação ambiental relacionadas ao tema.

As responsabilidades institucionais e procedimentos de manutenção estão reunidos no **Quadro 6**, de forma a orientar a aplicação prática no município de Petrópolis. Esse quadro sintetiza as atribuições e responsabilidade, possibilitando a condução sistemática das ações e contribuindo para a efetividade das medidas propostas.

Quadro 6 – Matriz de Responsabilidades dos Procedimentos Operacionais

Tipo de Ação / Processo	Responsável Principal	Corresponsáveis	Resumo das Ações	Observações
Manutenção Preventiva	COMDEP	SMO, SMA, INEA (Programa Limpa Rio), SEIOP (Túnel Extravasor), DER-RJ, DNIT	Limpeza e desobstrução rotineira de dispositivos; inspeções periódicas; manutenção programada em canais e galerias; dragagens do INEA; túnel (SEIOP).	Integração com programas estaduais e federais; ações regulares aumentam a vida útil do sistema.
Manutenção Corretiva	SMO	COMDEP, DER-RJ, DNIT	Reparo de danos ou falhas após eventos críticos ou desgaste.	Exige resposta rápida e articulação entre os órgãos; ações devem ser registradas e avaliadas posteriormente.
Manutenção Preditiva	SEMPDEC (Parceria com INEA e CEMADEN-RJ)	SMO, COMDEP	Coleta e análise de dados de desempenho e degradação, antecipando falhas com base em indicadores.	Exige capacitação técnica e sistemas específicos para análise preditiva.
Monitoramento e Diagnóstico	SMO	SMA, SEMPDEC, COMDEP, INEA, AI	Levantamento contínuo de dados, vistorias técnicas, análise de imagens e sensores.	SMO é gestora do sistema de informações municipais; integração entre áreas é essencial para diagnósticos precisos.
Gestão de Emergências	SEMPDEC	SMO, COMDEP, SMA, CIMOP	Resposta a eventos extremos; protocolos de emergência; mobilização de equipes e sistemas de alerta.	Deve estar integrada ao planejamento urbano e ações de manutenção; apoio aos sistemas como Alerta de Cheias (INEA).
Registro e Avaliação das Ações Executadas	SPO	COMDEP, SMO, SMA	Registro das ações executadas; avaliação de desempenho; atualização de bases de dados e indicadores.	Fundamentais para planejamento e priorização de investimentos; SPO deve consolidar as informações para tomada de decisão.

3.3 TECNOLOGIAS E FERRAMENTAS

O uso de tecnologias avançadas, como geotecnologias, sensores remotos e sistemas de monitoramento em tempo real, é fundamental para otimizar os processos operacionais e reduzir o tempo de resposta durante eventos de emergência.

Nesse contexto, conforme recomendado no Produto 2, destaca-se a adoção do Sistema de Informação de Drenagem Urbana (SINDUR) como plataforma integradora dessas ferramentas, permitindo consolidar o cadastro georreferenciado dos dispositivos, registrar ordens de serviço, armazenar relatórios de inspeções de campo e incorporar dados de sensores e sistemas de monitoramento.

O uso de tecnologias avançadas é, portanto, essencial para otimizar a manutenção, operação e monitoramento dos sistemas de drenagem urbana. Essas ferramentas, integradas ao SINDUR, permitem uma gestão mais eficiente, ágil e precisa das operações, além de melhorar a resposta a eventos extremos, como chuvas intensas e alagamentos. A seguir, são apresentadas algumas das principais tecnologias e ferramentas que podem ser aplicadas no contexto da drenagem urbana em Petrópolis.

❖ Geotecnologias

As geotecnologias envolvem o uso de ferramentas de mapeamento, imagens de satélite, georreferenciamento e sistemas de informações geográficas (SIG) para monitoramento e gestão dos sistemas de drenagem. Elas permitem:

- **Mapeamento e Monitoramento das Redes de Drenagem:** O uso de SIG facilita o mapeamento das redes de drenagem, identificando pontos críticos e áreas com maior risco de falhas. Isso é importante para a tomada de decisões e o planejamento das manutenções, além de auxiliar na visualização do desempenho dos sistemas de drenagem em tempo real;
- **Análise Espacial de Riscos:** Com base nos dados geoespaciais, é possível avaliar áreas vulneráveis a alagamentos, deslizamentos e outros impactos causados por eventos hidrológicos extremos. Isso ajuda a planejar ações preventivas e corretivas com mais precisão, minimizando os danos.

❖ Sensores Remotos e Sensores IoT

Os sensores remotos e as tecnologias de Internet das Coisas (IoT) são cruciais para o

monitoramento em tempo real das condições dos sistemas de drenagem. Entre os principais sensores e ferramentas estão:

- **Sensores de Nível de Água:** Instalados em pontos estratégicos do sistema de drenagem, como bueiros e galerias, esses sensores medem o nível da água e ajudam a identificar áreas que estão sujeitas a alagamentos. Esses dados podem ser usados para acionar medidas preventivas ou emergenciais de forma rápida;
- **Sensores de Vazão e Pressão:** Sensores que monitoram a vazão da água e a pressão nas redes de drenagem, fornecendo informações valiosas sobre o comportamento do sistema. Com esses dados, é possível antecipar problemas como obstruções, entupimentos ou desgaste das estruturas.
- **Sensores de Qualidade da Água:** Sensores que detectam parâmetros de qualidade da água, como turbidez, pH e concentração de poluentes. Isso é especialmente importante para garantir que as águas pluviais não tragam riscos à saúde pública e ao meio ambiente.
- **Sensores de Temperatura e Vibração:** Estes sensores podem ser usados para monitorar o estado estrutural das galerias e bueiros, detectando sinais de falhas ou deterioração antes que se tornem problemas graves.

❖ Sistema de Monitoramento em Tempo Real

Sistemas de monitoramento em tempo real são essenciais para a coleta e análise dos dados provenientes dos sensores instalados no sistema de drenagem. Eles oferecem vantagens como:

- **Centralização dos Dados:** Todos os dados coletados pelos sensores são enviados para uma plataforma centralizada, onde podem ser analisados por equipes de operação e manutenção. Isso permite uma gestão mais eficiente e facilita a tomada de decisões rápidas;
- **Alertas Automáticos:** O sistema pode ser configurado para enviar alertas automáticos caso os dados de monitoramento indiquem um risco iminente, como uma alta vazão ou a sobrecarga de uma galeria de drenagem. Esses alertas ajudam as equipes a tomarem medidas preventivas de forma mais ágil;
- **Análise Preditiva:** A integração de dados históricos com modelos preditivos, usando

técnicas de aprendizado de máquina (*machine learning*), pode prever quando manutenções ou intervenções serão necessárias, otimizando o uso de recursos e melhorando a eficiência das operações.

❖ Drones e Imagens Aéreas

Drones são uma ferramenta inovadora para inspeção e monitoramento de sistemas de drenagem. Eles oferecem benefícios como:

- **Inspeção Visual Aérea:** Drones equipados com câmeras de alta resolução podem ser usados para realizar inspeções aéreas em locais de difícil acesso e/ou com risco de deslizamento. Eles podem capturar imagens e vídeos que ajudam as equipes a identificar obstruções, danos ou falhas no sistema de drenagem;
- **Análise de Imagens de Satélite:** As imagens de satélite também podem ser utilizadas para monitoramento em larga escala, fornecendo uma visão geral do estado das bacias hidrográficas e dos sistemas de drenagem. Isso é útil para identificar áreas que precisam de mais atenção ou áreas críticas que requerem intervenções imediatas.

❖ Software de Análise e Modelagem

Os softwares especializados de análise e modelagem podem ser usados para simular diferentes cenários e prever o comportamento dos sistemas de drenagem em diferentes condições, como em caso de chuvas extremas ou aumento da população urbana. Alguns exemplos incluem:

- **Modelagem Hidrológica e Hidráulica:** Softwares como *HEC-RAS (Hydrologic Engineering Center's River Analysis System)* e *SWMM (Storm Water Management Model)* podem ser usados para modelar o fluxo de água e o comportamento das redes de drenagem em diferentes cenários. Esses modelos ajudam a avaliar a eficiência do sistema e a identificar áreas suscetíveis a alagamentos ou outros problemas;
- **Modelagem de Riscos:** Ferramentas para modelar riscos de deslizamentos ou inundações, considerando variáveis como a topografia, o uso do solo e as condições meteorológicas. Esses modelos podem ser usados para criar planos de resposta a emergências mais eficazes e precisos.



❖ Plataformas de Comunicação e Gestão de Incidentes

A utilização de plataformas digitais para a gestão de incidentes e a comunicação entre as equipes de resposta a emergências é crucial durante eventos de crise. Essas plataformas permitem:

- **Gestão de Incidentes em Tempo Real:** As plataformas permitem que equipes de campo registrem e monitorem incidentes em tempo real, como obstruções em bueiros ou danos a galerias. Elas também facilitam a coordenação entre diferentes secretarias e departamentos envolvidos na gestão da drenagem urbana;
- **Engajamento com a População:** Em casos de eventos extremos, as plataformas podem ser usadas para comunicar a população sobre riscos iminentes, orientar sobre ações preventivas e informar sobre o andamento das intervenções emergenciais.

❖ Monitoramento por Câmeras de Segurança (CIMOP)

O Centro Integrado de Monitoramento e Operações de Petrópolis (CIMOP) desempenha um papel fundamental no monitoramento das inundações e alagamentos no município, utilizando câmeras de segurança instaladas em pontos estratégicos da cidade. Essa tecnologia permite que a SEMPDEC e outras autoridades acompanhem em tempo real as condições das áreas mais críticas, ajudando na identificação precoce de eventos extremos. As imagens das câmeras são integradas a sistemas de comando e controle, fornecendo dados visuais adicionais que complementam as informações dos sensores de nível de água e outros sistemas de monitoramento.

Essa abordagem multimodal de monitoramento oferece uma resposta mais rápida e precisa, permitindo que as equipes de emergência se mobilizem rapidamente e tomem decisões informadas. A integração dos dados das câmeras do CIMOP com as outras tecnologias de monitoramento (sensores IoT, geotecnologias e sistemas de análise em tempo real) pode ser um diferencial importante para aprimorar ainda mais a gestão dos sistemas de drenagem urbana.

A aplicação dessas tecnologias, combinada com um bom planejamento e coordenação entre as diferentes equipes responsáveis, pode melhorar significativamente a eficiência dos processos operacionais no município, garantindo uma resposta mais rápida e eficaz para prevenir e solucionar problemas no sistema de drenagem urbana de Petrópolis.

3.4 PLANO ANUAL DE MANUTENÇÃO (PAM)

O **Plano Anual de Manutenção (PAM)** constitui o principal instrumento de planejamento e gestão das ações de manutenção preventiva, corretiva, preditiva e emergencial dos sistemas de micro e macrodrenagem do Município de Petrópolis. Seu propósito é organizar, em base anual, todas as atividades necessárias para assegurar a funcionalidade contínua da infraestrutura de drenagem, reduzir custos associados a reparos emergenciais e apoiar a tomada de decisão pela gestão municipal.

De acordo com a estrutura proposta no presente documento, a elaboração do Plano Anual de Manutenção é de responsabilidade do Núcleo de Planejamento e Controle Operacional da Coordenação Municipal de Manutenção de Drenagem Urbana.

O PAM tem como objetivo principal sistematizar, em base anual, todas as ações necessárias à operação e manutenção dos sistemas de micro e macrodrenagem, de forma a garantir a operação regular e eficiente dos dispositivos de drenagem urbana, aumentando sua vida útil; prevenir falhas e minimizar riscos de alagamentos, inundações e degradação ambiental por meio de rotinas preventivas estruturadas; planejar e otimizar a alocação de recursos humanos, materiais e financeiros, garantindo previsibilidade e eficiência; organizar e calendarizar as rotinas de manutenção, evitando sobreposições ou lacunas de atendimento; e apoiar a gestão pública por meio de indicadores de desempenho, relatórios e registros sistematizados, promovendo transparência e controle social.

O Plano deve contemplar, no mínimo:

- Inventário atualizado dos dispositivos de micro e macrodrenagem (bocas de lobo, galerias, canais, poços de visita, reservatórios, taludes, entre outros), em base georreferenciada, como preconizado pela FUNASA (2016);
- Classificação das atividades de manutenção, agrupando-as em preventivas, corretivas, preditivas e emergenciais, conforme orientações e definições apresentadas no Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem do Município de Petrópolis/RJ e nos manuais mencionados no **item 1** deste documento;
- Cronograma anual de execução, com periodicidades definidas (mensal, trimestral,

semestral, anual), ajustadas à tipologia dos dispositivos e ao regime hidrológico local;

- Recursos necessários, incluindo equipes, equipamentos, insumos e orçamento estimado, de acordo com boas práticas de planejamento setorial;
- Procedimentos técnicos de execução, com referência a normas, protocolos e manuais oficiais;
- Registro e controle das atividades realizadas, por meio de fichas de inspeção, relatórios técnicos e sistemas de informação em drenagem urbana, assegurando rastreabilidade;
- Indicadores de desempenho, que permitam avaliar a efetividade das ações e subsidiar revisões periódicas do plano.

Embora os indicadores de desempenho sejam detalhados no Produto 4, recomenda-se que o PAM incorpore desde sua concepção indicadores operacionais básicos, tais como: percentual de limpeza e desobstrução de bocas de lobo, galerias e canais em relação ao total cadastrado; tempo médio de resposta a ocorrências emergenciais; percentual de trechos de galerias vistoriados anualmente; e redução do número de pontos críticos de alagamento e inundações. Esses indicadores devem ser atualizados de acordo com a frequência indicada no Produto 4, e revisados a cada ciclo anual do plano.

Considerando que, conforme o arranjo institucional proposto a responsabilidade pela elaboração do Plano Anual de Manutenção é do Núcleo de Planejamento e Controle Operacional, cabe a este núcleo:

- Elaboração e atualização anual do PAM, com base em diagnósticos e registros das ações executadas;
- Validação pela Coordenação Municipal de Manutenção, que deve aprovar e integrar o PAM ao orçamento e às políticas municipais;
- Execução supervisionada pelos demais núcleos (Execução e Fiscalização, Integração Institucional e Ambiental, Gestão Contratual e Apoio Administrativo), assegurando que as atividades previstas sejam realizadas conforme o planejamento.

Cabe destacar que as ações de manutenção da drenagem urbana devem estar

integradas a outros instrumentos de planejamento municipal, como o Plano Diretor Municipal, o Plano Municipal de Saneamento Básico, os Planos de Contingência da SEMPDEC (PLANCON), Plano Municipal de Redução de Risco e os planos ambientais de uso do solo e recuperação de áreas degradadas, permitindo que o Plano Anual de Manutenção dialogue com as estratégias de ordenamento urbano e de redução de riscos.

Assim, o Plano de Gerenciamento, Operação e Manutenção dos Sistemas de Micro e Macrodrenagem do Município de Petrópolis/RJ deve servir como documento orientador, enquanto o município, anualmente, elabora seu PAM próprio, adaptado às condições locais, às prioridades levantadas no inventário e às demandas orçamentárias e institucionais vigentes.

3.5 ESTRUTURA DE EXECUÇÃO DAS AÇÕES DE OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DA DRENAGEM URBANA

3.5.1 Procedimentos de Execução

Com o objetivo de detalhar as atividades descritas nesse item, foi estruturada uma proposta para a Execução das Ações de Operação e Manutenção da Drenagem Urbana, contemplando as três modalidades fundamentais: preventiva, corretiva e preditiva. Essa abordagem visa assegurar o funcionamento contínuo e eficiente de todo o sistema.

De forma sintetizada, a manutenção preventiva — realizada principalmente antes e após o período chuvoso — compreende ações como limpeza, desobstrução e inspeções de rotina. A manutenção corretiva, por sua vez, é acionada imediatamente para corrigir falhas ou danos provocados por eventos críticos. Já a manutenção preditiva baseia-se no uso de sensores e na análise de dados, permitindo antecipar intervenções e prevenir falhas no sistema.

Em Petrópolis, os serviços de operação e manutenção dos sistemas de drenagem urbana devem priorizar as áreas mais vulneráveis do município, especialmente aquelas com histórico de inundações, alagamentos, deslizamentos e obstruções frequentes. A frequência da manutenção preventiva varia conforme o tipo de dispositivo, mas, de forma geral, recomenda-se que todos os elementos do sistema passem por intervenções regulares, especialmente antes do início do período chuvoso e imediatamente após eventos de chuva intensa. Isso se deve ao risco de acúmulo de sedimentos e resíduos, que compromete a eficiência do sistema. Além disso, é fundamental manter uma estrutura operacional capaz



de realizar vistorias sob demanda sempre que forem observados indicadores de desempenho que ultrapassem os limites aceitáveis.

Com base nesses conceitos, as fichas a seguir foram desenvolvidas para cada procedimento operacional, apresentado de forma prática as ações conforme listadas a seguir.

- **Ação 1:** Limpeza de Microdrenagem (sarjetas, canaletas, bueiros, bocas de lobo)
- **Ação 2:** Inspeção e Manutenção de Poços de Visita (Micro/Macro)
- **Ação 3:** Desobstrução de Galerias (Macro drenagem)
- **Ação 4:** Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais (Macro drenagem)
- **Ação 5:** Roçada e limpeza de margens e áreas de contribuição
- **Ação 6:** Limpeza e Manutenção de Pavimento Permeável (pisos intertravados, blocos porosos, etc.)
- **Ação 7:** Limpeza e Manutenção de Trincheira de Infiltração
- **Ação 8:** Limpeza e Manutenção de Vala de Infiltração
- **Ação 9:** Limpeza e Manutenção de Poço de Infiltração
- **Ação 10:** Limpeza e Manutenção de Faixa Gramada
- **Ação 11:** Limpeza e Manutenção de Sistemas de Biorretenção (Jardins de Chuva)
- **Ação 12:** Manutenção e Limpeza de Reservatórios de Detenção (Piscinões, Bacias)
- **Ação 13:** Operações Emergenciais (Eventos Extremos)
- **Ação 14:** Inspeção e atualização cadastral da infraestrutura de drenagem
- **Ação 15:** Educação Ambiental e Mobilização Comunitária

Apesar de algumas das ações se referirem a estruturas ainda não existentes no município, como sistemas de biorretenção, trincheiras de infiltração, entre outras, este documento apresenta as rotinas de manutenção considerando a possibilidade de implantação futura dessas estruturas.

Ação 1: Limpeza de Microdrenagem (sarjetas, canaletas, bueiros, bocas de lobo)

Descrição: Remover detritos (folhas, resíduos sólidos, sedimentos) que obstruem os dispositivos, assegurando o escoamento livre das águas pluviais.

Frequência: No caso das sarjetas, recomenda-se limpeza diária, através de varrição. Quanto aos demais dispositivos, limpeza bimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro) e após eventos de chuva muito forte (> 50 mm/h).

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO para intervenções estruturais

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Executar diretamente ou supervisionar serviços de limpeza; gerenciar contratos de terceirizados; garantir qualidade da execução.

Horizonte Temporal: Curto Prazo

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, capacete.

Equipamentos: Pá, enxada, vassoura, carrinho de mão, mangueira de alta pressão ou equipamento Vac-All (na opção hidrojateamento), cones e cavaletes de sinalização.

Método de Serviço:

- Sinalizar a área com cones e cavaletes de segurança;
- Retirar a grelha/tampa superior e limpar manualmente os detritos maiores;
- Utilizar pá e enxada para remover areia acumulada no poço;
- Lavar a cavidade com mangueira de alta pressão, direcionando o jato para o coletor ou caminhão-pipa;
- No caso de obstruções na rede em que não seja possível remoção manual, utilizar o caminhão Vac-All na função de hidrojateamento, para romper a barreira e desobstruir a rede;
- Recolocar a grelha/tampa e remover a sinalização somente após verificar o fluxo de água adequado na rede.

Descarte de Resíduos: Depositar resíduos sólidos em sacos fechados e encaminhar a aterro ou local licenciado. No caso de Petrópolis, para o aterro de Três Rios.

Observações:

- Priorizar áreas com histórico de alagamentos;
- Registrar as ordens de serviço em sistema georreferenciado;
- Reforçar após eventos extremos.

Ação 2: Inspeção e Manutenção de Poços de Visita (Micro/Macro)

Descrição: Verificar integridade estrutural, estanqueidade e funcionamento de registros e conexões em poços de visita.

Frequência: Semestral ou após eventos extremos com ocorrência de inundações e alagamentos em grandes extensões.

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO para intervenções estruturais

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Realizar inspeção técnica e manutenção preventiva; supervisionar equipes e serviços terceirizados.

Horizonte Temporal: Curto Prazo

EPI's: Luva nitrílica sob luva de PVC, botas de borracha, capacete, máscara respiratória, lanterna de cabeça.

Equipamentos: Talhadeira hidráulica, mangueira de teste de pressão (até 5 mca), câmera fotográfica ou de vídeo, kit de grampos e vedações sobressalentes.

Método de Serviço:

- Remover tampa com talhadeira hidráulica, se necessário;
- Inspecionar paredes internas, juntas e base para trincas ou infiltrações;
- Testar vedação de tampa com mangueira de pressão (5 mca);
- Reapertar ou substituir grampos e vedações conforme especificação;
- Registrar medições e fotos em formulário digital.

Descarte de Resíduos: Sem geração significativa de resíduos; eventuais vedações antigas em coleta seletiva.

Observações:

- Caso haja infiltração persistente, acionar Núcleo de Planejamento para análise de reparo estrutural.

Ação 3: Desobstrução de Galerias (Macro drenagem)

Descrição: Desobstruir e remover sedimentos, galhos ou detritos em galerias e coletores principais para prevenir alagamentos e inundações.

Frequência: Semestral.

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO para intervenções estruturais

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização + Núcleo de Gestão Contratual: Coordenação direta da execução e fiscalização das obras; gestão e monitoramento dos contratos terceirizados para limpeza e manutenção.

Horizonte Temporal: Curto Prazo

EPI's: Luvas de PVC dupla, botas de borracha de cano alto, capacete com jugular, máscara PFF2, colete reflexivo.

Equipamentos: Bomba submersível com mangueira de recalque, vac-all para hidrojateamento, balde plástico resistente, lanterna resistente a água, câmera de inspeção (vídeo).

Método de Serviço:

- Fechar válvulas de seccionamento a montante, se disponível;
- Acessar a galeria pelo poço de visita mais próximo;
- Remover manualmente os detritos maiores e armazená-los em balde plástico;
- No caso de obstruções na rede em que não seja possível remoção manual, utilizar o caminhão Vac-All na função de hidrojateamento, para romper a barreira e desobstruir a rede;
- Acionar bomba submersível para retirar água turva e sedimentos para reservatório de decantação;
- Inspecionar internamente com lanterna e câmera; fotografar pontos críticos;
- Abrir válvulas para reestabelecer escoamento e verificar vazão.

Descarte de Resíduos: Sedimentos decantados a aterro industrial; detritos sólidos a aterro sanitário.

Observações:

- Realizar inspeções recorrentes em galerias críticas para antecipar bloqueios;
- Fazer reparo imediato em redes danificadas ou obstruídas.

Ação 4: Limpeza e Desassoreamento de Rios e Canais (Macro drenagem)

Descrição: Remover sedimentos e detritos de rios, córregos e canais para garantir a capacidade de escoamento da vazão.

Frequência: Semestral (antes e depois da estação chuvosa).

Executor(es): INEA/SEAS, com apoio da COMDEP e da SMA

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Integração Institucional e Ambiental + Núcleo de Execução e Fiscalização + Núcleo de Gestão Contratual: Articular com órgãos ambientais estaduais (INEA); acompanhar execução técnica; gerir contratos terceirizados; garantir conformidade ambiental.

Horizonte Temporal: Curto Prazo (já realizado pelo INEA, pelo programa Limpa Rio)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha de cano alto, capacete, colete refletivo, máscara PFF2.

Equipamentos: Retroescavadeira ou pá-carregadeira, caminhão caçamba, corda de segurança, barco inflável (se necessário).

Método de Serviço:

- Sinalizar trecho de trabalho;
- Desassorear com retroescavadeira, transferir sedimento ao caminhão;
- Conferir níveis de canal e regular taludes;
- Limpar margens manualmente onde necessário.

Descarte de Resíduos: Sedimentos em área de disposição licenciada (bota-fora); resíduos sólidos em aterro sanitário.

Observações:

- Serviço atualmente realizado pelo INEA através do programa Limpa Rio;
- Verificar a integridade estrutural das bases das estruturas de contenção de margem após a dragagem;
- Considerar áreas com ocupação irregular nas margens;
- Solicitar ao INEA que sejam realizados estudos hidrológicos e hidráulicos, bem como de hidrossedimentologia, para avaliar os impactos das dragagens e minimizar possíveis alterações morfológicas nos cursos d'água.

Ação 5: Roçada e limpeza de margens e áreas de contribuição

Descrição: Cortar vegetação e remover resíduos em margens de rios, canais e áreas de contribuição.

Frequência: Mensal (de outubro a março) e bimestral no restante do ano.

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMA para fins de fiscalização

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Supervisão e execução direta das atividades de campo.

Horizonte Temporal: Curto Prazo

EPI's: Luvas de PVC, botas de cano alto, capacete, protetor auricular, óculos.

Equipamentos: Roçadeira costal, enxadas e facões, carrinho de mão e podões manuais.

Método de Serviço:

- Sinalizar perímetro;
- Roçar vegetação e coletar resíduos;
- Nivelar o solo e retirar entulho;
- Descartar material orgânico separadamente.

Descarte de Resíduos: Vegetação em compostagem; entulho em área licenciada.

Observações:

- Reduz acúmulo de detritos e resíduos no sistema de drenagem, especialmente em bocas de lobo, galerias e cursos d'água;
- Foco em áreas próximas a rios e reservatórios.

Ação 6: Limpeza e Manutenção de Pavimento Permeável (pisos intertravados, blocos porosos, etc.)

Descrição: Remover sedimentos, resíduos sólidos e materiais orgânicos acumulados sobre o pavimento ou entre os vãos, assegurando a permeabilidade e evitando entupimentos nas camadas inferiores. Repor material de preenchimento quando necessário.

Frequência: Limpeza superficial mensal (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro). Limpeza profunda (lavagem e/ou sucção) semestral ou após eventos intensos de chuva (> 50 mm/h) com acúmulo visível de material.

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO para reparos

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Realizar limpeza e manutenção; garantir execução conforme especificações técnicas.

Horizonte Temporal: Curto prazo (para os pavimentos já existentes) e Médio prazo (à medida que pavimentos permeáveis forem implantados em novas áreas)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar..

Equipamentos: Caminhão Vac-All (para sucção e hidrojateamento), perfurador manual ou elétrico, pá, carrinho de mão, areia peneirada (para rejunte), sementes ou placas de grama (para blocos vazados), cones e cavaletes de sinalização.

Método de Serviço:

- Sinalizar a área com cones e cavaletes de segurança;
- Realizar sucção a vácuo dos resíduos sólidos e areia acumulada na superfície (não é recomendada varrição, pois pode compactar os poros do pavimento);
- Caso necessário, lavar o pavimento com jato controlado de água para não deslocar os blocos ou material de junta;
- Repor material de rejunte (areia peneirada) entre os blocos, quando houver perda visível;
- Caso pontos permaneçam colmatados após a limpeza, realizar perfurações de 1,3 cm de diâmetro, com espaçamento de 30 cm entre elas;
- Para blocos vazados, replantar a grama onde houver falhas e aparar o excesso de vegetação;
- Retirar a sinalização somente após garantir o bom escoamento superficial e infiltração local.

Descarte de Resíduos: Resíduos devem ser acondicionados em sacos plásticos ou caçambas apropriadas e enviados a destino final licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- Priorizar áreas com histórico de colmatagem, entupimentos, baixa permeabilidade ou acúmulo recorrente de resíduos;
- Registrar ordens de serviço e vistorias em sistema georreferenciado;
- Avaliar necessidade de recuperação estrutural do pavimento em caso de recalques ou falhas de drenagem.

Ação 7: Limpeza e Manutenção de Trincheira de Infiltração

Descrição: Manter o funcionamento da trincheira por meio da limpeza, controle da vegetação e verificação do material filtrante.

Frequência: Trimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro).

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO em casos de reestruturação

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Executar manutenção periódica e emergencial; supervisionar contratos terceirizados quando houver.

Horizonte Temporal: Médio prazo (quando implantadas)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar.

Equipamentos: Pá, enxada, tesoura de poda, soprador de folhas, rastelo/ancinho, sacos para resíduos, cone de sinalização.

Método de Serviço:

- Sinalizar a área com segurança;
- Realizar poda da grama (altura de 1 cm);
- Poda de árvores com galhos sobre a trincheira;
- Remover resíduos e sedimentos da superfície;
- Avaliar colmatagem da camada de agregados e manta geotêxtil; substituir se colmatada (>50%);
- Sanar erosões nas áreas de contribuição para evitar aporte de sedimentos.

Descarte de Resíduos: Resíduos vegetais podem ser compostados; demais resíduos devem ir para local apropriado e licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- Priorizar intervenções em áreas com histórico de alagamentos ou baixa taxa de infiltração observada;
- Realizar inspeções após eventos extremos de chuva para identificar danos estruturais ou colmatagem acelerada;
- Avaliar visualmente a presença de água estagnada após 24h da chuva – sinal de possível colmatagem;
- Registrar manutenções em sistema georreferenciado para acompanhamento do desempenho ao longo do tempo;
- Garantir que as áreas adjacentes não estejam carreando excesso de sedimentos para o interior da trincheira.

Ação 8: Limpeza e Manutenção de Vala de Infiltração

Descrição: Manutenção do perfil (nivelamento do terreno) e vegetação da vala, além de garantir a infiltração e o livre escoamento.

Frequência: Trimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro).

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO em casos de reestruturação

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Mesmas funções que o item 7; atuação técnica e operacional.

Horizonte Temporal: Médio prazo (quando implantadas)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar.

Equipamentos: Pá, enxada, tesoura de poda, soprador de folhas, carrinho de mão, sacos para resíduos, cone de sinalização

Método de Serviço:

- Sinalizar a área;
- Limpar resíduos e remover vegetação invasora;
- Poda da vegetação superficial;
- Tamponar cavas e realinhar perfil com terra vegetal;
- Repor grama onde houver falhas;
- Desobstruir orifícios nas soleiras de barramento;
- Corrigir erosões nas áreas de contribuição.

Descarte de Resíduos: Resíduos vegetais podem ser compostados; demais resíduos devem ir para local apropriado e licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- Evitar o uso de equipamentos pesados na faixa da vala para não compactar o solo;
- Garantir a drenagem superficial adequada para evitar acúmulo excessivo de água em pontos isolados;
- Monitorar erosões frequentes como indicativo de sobrecarga hidráulica ou falhas no entorno;
- Observar se a vegetação está funcionando como proteção contra erosão sem causar obstruções;
- Registrar manutenções em base de dados com fotos e localização.

Ação 9: Limpeza e Manutenção de Poço de Infiltração

Descrição: Manutenção da vegetação, limpeza do entorno e dos decantadores, e verificação da condição do poço.

Frequência: Trimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro).

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMO em casos de reestruturação

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Inspeção, limpeza e manutenção; monitoramento dos serviços contratados.

Horizonte Temporal: Médio prazo (quando implantadas)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar.

Equipamentos: Pá, enxada, soprador de folhas, tesoura de poda, sacos para resíduos, cone de sinalização.

Método de Serviço:

- Sinalizar área;
- Poda da grama (altura até 1 cm);
- Poda de galhos sobre o poço;
- Remoção de resíduos sólidos e vegetação indesejada;
- Limpeza e remoção dos sedimentos nos decantadores de entrada (se houver);
- Verificar colmatagem e substituir manta geotêxtil/agregados se necessário (>50%);
- Corrigir erosões nas áreas de contribuição.

Descarte de Resíduos: Resíduos vegetais podem ser compostados; demais resíduos devem ir para local apropriado e licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- Observar sinais de refluxo ou retorno de água pela entrada do poço, que é um indicativo de entupimento;
- Evitar descarte de resíduos próximos ao poço para reduzir risco de obstrução;
- Em locais com alta carga de sedimentos, aumentar a frequência de limpeza dos decantadores de entrada;
- Registrar inspeções e manutenções com fotos e dados técnicos, sempre que possível;
- Atentar para o bom funcionamento do poço mesmo em eventos intensos de curta duração.

Ação 10: Limpeza e Manutenção de Faixa Gramada

Descrição: Manutenção da vegetação, do perfil (nivelamento do terreno) e da capacidade de infiltração da faixa.

Frequência: Trimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro).

Executor(es): COMDEP

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização: Coordenar e executar limpeza e manutenção das áreas verdes relacionadas.

Horizonte Temporal: Curto prazo (para os pavimentos já existentes) e Médio prazo (à medida que pavimentos permeáveis forem implantados em novas áreas)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar.

Equipamentos: Pá, enxada, tesoura de poda, soprador de folhas, rastelo/ancinho, carrinho de mão, sacos para resíduos, cone de sinalização.

Método de Serviço:

- Sinalizar a área;
- Remover resíduos e vegetação invasora;
- Poda da vegetação de cobertura;
- Tamponar cavas e corrigir perfil com terra vegetal;
- Reposição de grama onde necessário;
- Corrigir erosões que possam conduzir sedimentos à faixa.

Descarte de Resíduos: Resíduos vegetais podem ser compostados; demais resíduos devem ir para local apropriado e licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- A grama deve estar saudável, cobrindo toda a superfície da faixa para garantir máxima infiltração e controle de erosão;
- Observar presença de trilhas de escoamento concentrado (sulcos), que indicam necessidade de nivelamento do terreno;
- Evitar o uso de herbicidas e fertilizantes que possam prejudicar a função de infiltração;
- Priorizar a manutenção antes do período chuvoso e após obras no entorno;
- Documentar as intervenções com fotos e localização para avaliação de desempenho.

Ação 11: Limpeza e Manutenção de Sistemas de Biorretenção (Jardins de Chuva)

Descrição: Preservar a capacidade de infiltração, retenção e filtração dos sistemas de biorretenção, além de garantir o bom estado da vegetação e da estrutura do sistema.

Frequência: Vegetação: manutenção trimestral (com reforço antes do período chuvoso – setembro/outubro) ou conforme crescimento; solo superficial: substituição anual ou bianual.

Executor(es): COMDEP, com apoio da SMA (por envolver vegetação e função ecológica)

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização + Núcleo de Integração Institucional e Ambiental: Garantir adequação ambiental e técnica; executar manutenção e limpeza conforme boas práticas ambientais.

Horizonte Temporal: Longo prazo (exige implantação futura)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, máscara PFF2, óculos de proteção, chapéu ou capacete com proteção solar.

Equipamentos: Enxada, pá, tesoura de poda, roçadeira, terra vegetal, composto orgânico, carrinho de mão, sacos para resíduos, cone de sinalização.

Método de Serviço:

- Inspecionar regularmente a presença de resíduos, detritos, água parada, sinais de erosão e obstruções nos dispositivos de entrada e saída, especialmente durante ou após chuvas intensas;
- Remover manualmente detritos acumulados nas áreas de pré-tratamento e na bacia de infiltração com pá e enxada;
- Remover espécies invasoras, substituindo plantas mortas, realizando podas regulares e aplicando adubação, quando necessário;
- Aparar a vegetação marginal com roçadeira, finalizar com tesouras de poda;
- Retirar e substituir a camada superficial do solo (5 a 20 cm) anualmente ou a cada dois anos, conforme acúmulo de sedimentos e metais pesados, utilizando material adequado à infiltração e ao suporte da vegetação;
- Corrigir erosões e recompor o perfil original com terra vegetal, evitando a compactação e o depósito de entulho sobre a área.

Descarte de Resíduos: Resíduos vegetais podem ser compostados; demais resíduos devem ir para local apropriado e licenciado (em Petrópolis: aterro de Três Rios) ou conforme Plano de Gestão de Resíduos da Prefeitura.

Observações:

- Evitar uso da área para despejo de efluentes, depósito de resíduos ou entulho;
- A substituição da camada superficial melhora a capacidade filtrante e a qualidade da água;
- A água parada persistente pode indicar entupimento ou compactação do solo;
- Toda intervenção deve ser registrada com data, equipe responsável e medidas executadas.

Ação 12: Manutenção e Limpeza de Reservatórios de Detenção (Piscinões, Bacias)

Descrição: Limpar sedimentos, resíduos sólidos e outros detritos acumulados no fundo e nas paredes. Remover vegetação e realizar a desinfecção da área do reservatório.

Frequência: Semestral (reforço no início da estação chuvosa).

Executor(es): SMO (obras e manutenção estrutural); limpeza com apoio da COMDEP

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização + Núcleo de Gestão Contratual: Supervisionar execução direta e serviços terceirizados; controle de qualidade e atendimento a prazos.

Horizonte Temporal: Médio prazo (quando implantados)

EPI's: Luvas nitrílicas, botas de borracha, capacete, máscara respiratória, óculos de proteção.

Equipamentos: Bomba de drenagem; Pá, enxada e carrinho de mão; Roçadeira para o entorno; Medidor de volume útil.

Método de Serviço:

- Esgotar água residual com bomba;
- Remover sedimentos e resíduos com pá e enxada;
- Roçar e limpar mato ao redor;
- Inspeccionar paredes e drenos, fazer pequenos reparos.

Descarte de Resíduos: Sedimentos em área de disposição licenciada (bota-fora); vegetação cortada em compostagem ou local licenciado.

Observações:

- Verificar volume útil antes e depois, bem como existência de resíduos;
- Realizar roçada e limpeza do entorno;
- Avaliar integridade estrutural.

Ação 13: Operações Emergenciais (Eventos Extremos)

Descrição: Desobstrução rápida, contenção de quedas de barreira e apoio emergencial.

Frequência: Conforme demanda.

Executor(es): SEMPDEC, com apoio de COMDEP, SMO, SMA e CIMOP

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Execução e Fiscalização + Núcleo de Integração Institucional e Ambiental: garantir articulação com órgãos ambientais; mobilizar equipes e recursos; monitorar a execução.

Horizonte Temporal: Curto prazo (ação contínua e imediata)

EPI's: Luvas de PVC dupla, botas de segurança, capacete com jugular, colete refletivo, máscara PFF2.

Equipamentos: Retroescavadeira; Caminhão caçamba; Bombas portáteis; e Rádio comunicação.

Método de Serviço:

- Mobilizar equipes de plantão via rádio;
- Sinalizar área e isolar o trânsito;
- Desobstruir via retroescavadeira ou manualmente;
- Apoiar a SEMPDEC em contenções de barreira e outros serviços emergenciais.

Descarte de Resíduos: Resíduos mistos em local licenciado; terra e pedras em áreas de deposição autorizadas.

Observações:

- Manter equipe de plantão 24 h;
- Mapear áreas críticas e comunicar população;
- Priorizar desobstrução rápida;
- Seguir o Plano de Contingência elaborado pela SEMPDEC.

Ação 14: Inspeção e atualização cadastral da infraestrutura de drenagem

Descrição: Mapear e atualizar cadastro dos dispositivos de drenagem.

Frequência: Anual (com atualização contínua via ordens de serviço).

Executor(es): SMO e SPO, apoio de consultorias

Núcleo(s) gestor(es): Núcleos de Planejamento e Controle Operacional, de Execução e Fiscalização e de Gestão Contratual e Apoio Administrativo: Planejar, coordenar e executar os levantamentos técnicos para atualização cadastral; gerir contratos de terceiros envolvidos.

Horizonte Temporal: Curto prazo (implantação imediata, com continuidade permanente)

EPI's: Luvas de PVC, botas de borracha, colete reflexivo, capacete.

Equipamentos: GPS de alta precisão; Tablet com SIG instalado; Câmera fotográfica; Drone (opcional, mas desejável).

Método de Serviço:

- Realizar vistorias de campo;
- Atualizar coordenadas e condições no SIG;
- Validar e fornecer os dados ao sistema municipal georreferenciado da SPO;
- Gerar relatório de atualização.

Descarte de Resíduos: Não há resíduos.

Observações:

- Garantir que o cadastro seja georreferenciado no Sistema de Informações Geográficas (SIG);
- Atualizar sistema SIG com localização e condição das estruturas.

Ação 15: Educação Ambiental e Mobilização Comunitária

Descrição: Promover campanhas de conscientização sobre uso e preservação da rede de drenagem.

Frequência: Semestral (uma campanha antes da estação chuvosa – setembro, e outra depois - abril).

Executor(es): SMA, com participação da comunidade e apoio técnico de outros setores

Núcleo(s) gestor(es): Núcleo de Integração Institucional e Ambiental + Comunicação da Prefeitura: Planejar e executar ações educativas; articular com comunidades e órgãos ambientais; promover sensibilização e engajamento social.

Horizonte Temporal: Curto prazo (implantação imediata, com continuidade permanente)

EPI's: Não há EPI de campo, apenas material para divulgação das informações.

Equipamentos: Material gráfico (folders, cartazes); Aparelho de som portátil; Computador e projetor; Kits de limpeza comunitária

Método de Serviço:

- Planejar cronograma de visitas a escolas e associações;
- Realizar palestras e oficinas práticas;
- Distribuir kits e coordenar mutirões de limpeza;
- Avaliar impacto via questionários.

Descarte de Resíduos: Resíduos gerados em mutirões separados e destinados adequadamente.

Observações:

- Parcerias com escolas, associações e SEMPDEC;
- Foco no descarte de resíduos, lançamento irregular de efluentes, intervenções em cursos d'água, qualidade da água e uso consciente da drenagem.

A definição da frequência de manutenção deve considerar fatores críticos, como a recorrência de alagamentos e inundações em determinadas áreas da cidade, como é o caso de diversas regiões localizadas especialmente no Primeiro Distrito de Petrópolis. Nessas regiões, o impacto sobre imóveis e a população é significativo, resultando em danos materiais e exigindo intervenções com maior regularidade. Da mesma forma, locais com alto volume de chuvas ou com número expressivo de demandas da população requerem atenção especial na programação das atividades de manutenção.

Outro aspecto relevante é o monitoramento da qualidade da água durante e após eventos de chuva. A ocorrência de poluição difusa, especialmente após períodos prolongados de seca, pode indicar falhas ou insuficiência na manutenção do sistema de drenagem. Essa condição deve ser observada como um alerta para intensificar as ações preventivas.

Adicionalmente, é essencial considerar o histórico das inspeções realizadas, observando os intervalos recomendados neste plano e no Produto 2, para garantir que cada tipo de dispositivo de drenagem receba a atenção necessária no tempo adequado.

3.5.2 Dimensionamento das Equipes de Execução

Como forma de viabilizar o dimensionamento das equipes de execução, a seguir é apresentado um resumo do diagnóstico da estrutura atual e dos quantitativos de dispositivos de drenagem existentes hoje em Petrópolis. Esse diagnóstico é fundamental para compreender a capacidade instalada e os limites das equipes, permitindo estabelecer parâmetros mais realistas de dimensionamento.

Antes de definir o quantitativo ideal de equipes, é necessário analisar alguns fatores determinantes:

- Carga operacional existente, representada pelo volume de dispositivos de drenagem (bocas de lobo, galerias, canais etc.) e pela extensão da rede cadastrada;
- Produtividade observada, ou seja, a quantidade média de dispositivos que cada equipe consegue atender por dia, a partir das experiências recentes da SMO e da COMDEP;
- Frequência de manutenção desejada, que deve considerar a criticidade dos

dispositivos e os padrões recomendados em manuais técnicos de drenagem;

- Capacidade real de cada equipe, incluindo número de integrantes, jornadas de trabalho, disponibilidade de equipamentos e veículos de apoio;
- Necessidade de cobertura territorial, tendo em vista a dimensão do município e as diferenças entre áreas críticas, regiões de risco e zonas de menor prioridade.

Esse conjunto de informações permite relacionar a demanda existente com a capacidade instalada, evidenciando as lacunas e servindo de base para a definição do número de equipes necessárias e da sua composição mínima.

Atualmente, as atividades de manutenção de drenagem em Petrópolis são realizadas principalmente por equipes da Secretaria de Obras (SMO) e da Companhia Municipal de Desenvolvimento de Petrópolis (COMDEP). Dessa forma, o diagnóstico teve como foco os órgãos mencionados.

❖ Diagnóstico Municipal

Estimativa do Quantitativo de Dispositivos

A rede de microdrenagem da cidade de Petrópolis é composta, predominantemente, por galerias que coletam as águas pluviais a partir das sarjetas e canaletas, por meio de bocas de lobo do tipo grelha ou guia e caixas coletoras, direcionando os escoamentos para condutos enterrados.

O diagnóstico do município apresentado no Produto 2 buscou mapear a quantidade e a distribuição desses dispositivos, mas enfrentou limitações devido à inexistência de um cadastro completo da rede de drenagem. Alguns dados quantitativos foram fornecidos pela COMDEP, com base no levantamento realizado no âmbito do Programa de Limpeza de Bueiros e Galerias, e pela concessionária Águas do Imperador, com o envio da rede de drenagem cadastrada pela empresa.

Em Petrópolis, conforme observado nos cadastros existentes, concluiu-se que o termo “bueiro” tem sido utilizado para se referir ao conjunto formado por boca de lobo, grelha e caixa de inspeção ou captação. Já o termo “boca de lobo” é frequentemente usado para designar apenas a grelha ou elemento visível de captação na via.

Segundo os dados apresentados no Produto 2, o quantitativo total de dispositivos atendidos

pela COMDEP, na 1ª Etapa do Programa de Limpeza de Bueiros, realizada no período de nov./2022 a fev./2023, foi de 13.257 bueiros e 2.312 bocas de lobo, com total de 15.569 dispositivos.

Além desse quantitativo, outra informação fornecida pela COMDEP e que foi usada como referência para esta análise, foi a relação de dispositivos atendidos no mês de janeiro de 2025. Neste período, houve limpeza de 1.557 bueiros, 109 canaletas e 101 bocas de lobo, totalizando 1.768 dispositivos, como mostra a **Tabela 2** e a **Tabela 3**.

Tabela 2 – Quantitativo de dispositivos atendidos pela COMDEP
Fonte: Elaborada com base em dados fornecidos pela COMDEP

Dispositivo	Bueiros*	Canaletas	Bocas de Lobo*	Total
Quantitativo atendido entre nov./22 e fev./23 (COMDEP)	13.257	-	2.312	15.569
Quantitativo atendido em jan./2025 (COMDEP)	1.557	109	102	1.768
TOTAL	14.814	109	2.414	17.337

**Em Petrópolis, o termo “bueiro” refere-se ao conjunto de boca de lobo, grelha e caixa de inspeção, enquanto “boca de lobo” designa apenas a grelha visível na via.*

Tabela 3 – 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
Coeficiente 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 de lobo), analisando o atendimento diário de dispositivos, observa-se que, entre nov./2022 e fev./2023, **a eficiência média de limpeza foi de 185 dispositivos por dia, considerando 21 dias úteis no mês. Para o mês de janeiro de 2025, a eficiência foi de 84 dispositivos limpos por dia pela COMDEP.**

Destaca-se que o índice deve avaliar a produtividade anual. No entanto, na ausência de informações, para efeito de aplicação, foram considerados apenas os períodos para o qual os dados foram disponibilizados.

Estimativa da Equipe Técnica

Para avaliar o dimensionamento da equipe, foram consideradas as informações fornecidas pela COMDEP e pela Secretaria de Obras em relação à equipe existente e envolvida nos serviços de limpeza e manutenção.

Na **Tabela 3** é apresentada a equipe técnica envolvida na execução das 4 Etapas do Programa de Limpeza de Bueiros realizada pela COMDEP. 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 3**. Posteriormente, nas 3ª e 4ª Etapas, observa-se que foi montada apenas uma equipe (A), com 15 funcionários, indicando a redução de equipe.

Em relação à equipe da Secretaria de Obras, que atua na manutenção dos dispositivos de drenagem, no ano de 2024 a Secretaria de Obras trabalhava com 5 equipes de 4 pessoas cada, totalizando 20 pessoas, que eram divididas diariamente para atender às demandas do município.

Estimativa do Comprimento da Rede de Drenagem

Para estimar a extensão total da rede de drenagem de Petrópolis, tendo em vista que esta é desconhecida, este valor foi estimado com base na cartografia da extensão das vias, fornecida pela Secretaria de Planejamento, e no cadastro da rede de drenagem

disponibilizado pela concessionária Águas do Imperador (AI).

De acordo com a rede de drenagem representada na **Figura 6**, estima-se um total de 218.944,48 metros (ou 218,94 km) de rede de drenagem, dos quais 55.715 metros são estimados e 163.229 metros correspondem a trechos efetivamente cadastrados. O mapa foi elaborado a partir do shapefile fornecido pela AI, contendo os dados da rede existente.

Dentro desse total de 218,94 km, foram identificados trechos com diferentes diâmetros, conforme apresentado na **Tabela 4**. Embora o cadastro não informe a tipologia dos dispositivos, a presença da informação de diâmetro permite considerar que se trata de galerias. Os diâmetros cadastrados variam entre 300 mm e 1000 mm.

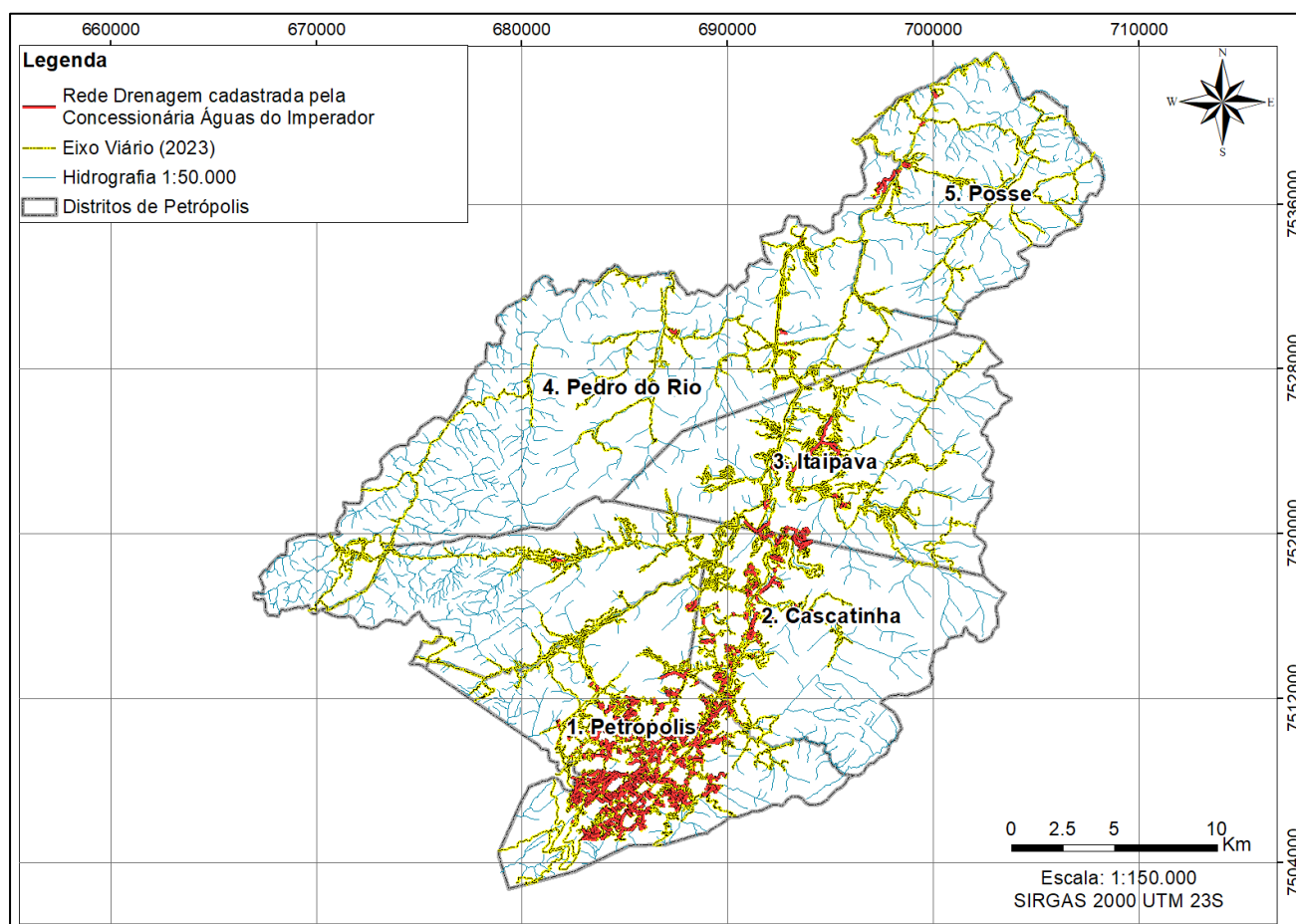


Figura 6 – Localização da rede de drenagem cadastrada pela concessionária Águas do Imperador e o eixo viário do município

**Tabela 4 – Rede de drenagem cadastrada pela concessionária Águas do Imperador.
Material fornecido em junho de 2025**

Material / Característica	Diâmetro	Extensão (m)	Extensão (km)
Concreto	Desconhecido	850,00	0,85
Concreto	300mm	105.016,75	105,02
Concreto	400mm	21.412,47	21,41
Concreto	500mm	16.032,65	16,03
Concreto	600mm	12.733,92	12,73
Concreto	700mm	16,04	0,02
Concreto	800mm	4.735,85	4,74
Concreto	1000mm	3.121,25	3,12
Desconhecido	Desconhecido	55.025,56	55,03
TOTAL		218.944,49	218,94

Analizando a rede cadastrada, verifica-se que a maior parte é constituída por tubulações de concreto com diâmetros conhecidos, destacando-se os trechos com 300 mm (105.016,75 m) e 400 mm (21.412,47 m), que juntos representam cerca de 58% da rede cadastrada. Também se observa uma parcela significativa de rede com diâmetro ou material não especificado (55.025,56 m), o que equivale a 25% da extensão total, indicando a necessidade de aprimoramento do cadastro técnico.

Estimativa do Quantitativo de Bocas de Lobo

Com base na extensão total da rede de drenagem apresentada (aproximadamente 219 km), é possível realizar uma estimativa preliminar do número de bocas de lobo necessárias para garantir a captação adequada das águas pluviais. Para isso, assume-se um espaçamento médio entre dispositivos de entrada, conforme o padrão urbano e os critérios de projeto adotados.

Considerando um espaçamento de 40 metros entre bocas de lobo, valor comumente utilizado em áreas urbanas de densidade média a alta, estima-se a necessidade de aproximadamente 5.474 unidades ao longo da rede.

Em vias urbanas, é comum que as bocas de lobo sejam implantadas aos pares, com uma unidade posicionada em cada lado da pista, acompanhando as sarjetas laterais e garantindo a captação simétrica das águas pluviais. Considerando essa configuração e assumindo um espaçamento longitudinal médio de 40 metros entre os pontos de captação ao longo da

extensão da rede de drenagem (218.944 metros), estima-se a existência de aproximadamente 5.474 pontos de captação. Como cada ponto normalmente é composto por duas bocas de lobo, uma em cada lado da via, a estimativa total chega a 10.948 bocas de lobo, como mostra a **Tabela 6**. Essa abordagem reflete uma condição típica de ruas com guias laterais e reforça a importância de considerar a duplicidade desses dispositivos no planejamento da manutenção, no dimensionamento de equipes operacionais e na estimativa de investimentos.

Porém, a rede cadastrada pela AI não representa todo o município, como mostra o mapa da **Figura 6**. Como forma de estimar o número de bocas de lobo de todo o município, foram avaliadas as vias pavimentadas do município, conforme cadastro dos eixos viários enviados pela Secretaria de Planejamento. A **Tabela 5** apresenta os comprimentos para cada tipo de via (asfalto, concreto, intertravado, sem revestimento, dentre outros), e os percentuais em relação ao total.

Tabela 5 – Tipologia das vias no município de Petrópolis, conforme cadastro fornecido pela Secretaria de Planejamento

TIPO DE PAVIMENTO	EXTENSÃO (m)	PERCENTUAL
ASFALTO	629.284,26	39,58%
ASFALTO / PARALELEPIPEDO / CIMENTO / S/PAVIMENTO	3.670,37	0,23%
ASFALTO / PARALELEPIPEDO / S/PAVIMENTO	1.729,74	0,11%
CIMENTO	427,90	0,03%
CONCRETO	58.947,04	3,71%
CONCRETO/ S/ PAVIMENTO	104,03	0,01%
CONCRETO / ESCADARIA	159,62	0,01%
ESCADARIA	29.874,24	1,88%
INTERTRAVADO	1.744,15	0,11%
MADEIRA	22,57	0,00%
PARALELEPIPEDO	399.364,36	25,12%
S/ PAVIMENTO	212.510,30	13,37%
Sem informação	252.199,51	15,86%
TOTAL	1.590.038,09	100,00%

O cálculo do número de bocas de lobo foi realizada considerando apenas os revestimentos Asfalto, Paralelepípedo, Cimento, Concreto e Intertravado, totalizando uma extensão de 1.095.431,47 m, relativa a 83,75% do total das vias municipais. O cálculo das bocas de lobo foi realizado seguindo o mesmo critério anterior, considerando o espaçamento usual de 40m entre estes dispositivos, e considerando que todas as vias possuem sistema de drenagem.

Os resultados estão apresentados na **Tabela 6**.

Tabela 6 – Cálculo estimado do quantitativo total das bocas de lobo no município de Petrópolis

	Espaçamento entre as bocas de lobo (m)	40 m
	Número de bocas de lobo (dois lados da pista)	2 un.
1	Extensão total rede drenagem cadastrada pela AI (m) – Parte do Município	218.944,00 m
2	Extensão total dos eixos viários pavimentados (m) – Município inteiro	1.095.431,47 m
1	Total de bocas de lobo (un) – Rede AI – Parte do Município	10.947,20 un.
2	Total de bocas de lobo (un) – eixos viários – Município inteiro	54.771,57 un.

Como forma de realizar uma análise expedita da eficiência dos serviços de limpeza das bocas de lobo, foi realizada uma comparação com base no total de dispositivos limpos pela COMDEP, conforme apresentado na **Tabela 2** e na **Tabela 3**

No período de 416 dias (aproximadamente 1 ano e 1 mês), a COMDEP informou a limpeza de 14.814 bocas de lobo — denominadas por eles como “bueiros”.

Com base nesse quantitativo e no tempo considerado, é possível estimar a média de produtividade diária da equipe responsável, bem como avaliar a capacidade do município de realizar a manutenção completa dos dispositivos existentes ao longo do tempo. Ressalta-se que, para uma análise mais precisa, é necessário dispor de dados completos sobre o total de bocas de lobo existentes e a frequência ideal de manutenção de cada dispositivo, de acordo com sua localização e criticidade.

De forma resumida, tem-se atualmente no município os seguintes quantitativos:

- **Secretaria de Obras (SMO):** em 2024, a secretaria atuava com 5 equipes de 4 integrantes cada, totalizando cerca de 20 funcionários dedicados à manutenção corretiva e preventiva de dispositivos de drenagem. Essas equipes concentram-se em reparos estruturais, intervenções em galerias e apoio a situações emergenciais. Os dados enviados em 2025 não especificam quantos funcionários atuam somente no setor de drenagem;
- **COMDEP:** responsável pela limpeza e desobstrução de bocas de lobo e galerias, já chegou a dispor de três equipes de 14 integrantes cada (42 funcionários). Posteriormente, esse efetivo foi reduzido para duas equipes de 17 pessoas (34



funcionários) e, em 2025, passou a contar apenas com uma equipe de 15 trabalhadores. Essa redução impactou diretamente a produtividade: enquanto em 2023 as três equipes alcançavam cerca de 185 dispositivos/dia, atualmente a média é de 84 dispositivos/dia;

- **Capacidade instalada:** considerando o universo estimado de 55 mil bocas de lobo e 219 km de rede de drenagem, verifica-se que a capacidade atual de execução é insuficiente para atender à totalidade da infraestrutura dentro de um ciclo anual de manutenção, especialmente diante da redução de equipes da COMDEP.

Esse diagnóstico evidencia que, embora haja uma estrutura operacional existente, o número de equipes e sua capacidade produtiva estão muito aquém da demanda municipal. A ausência de planejamento de dimensionamento e a oscilação no número de trabalhadores comprometem a efetividade das ações, reforçando a necessidade de um arranjo institucional mais estável e de estimativas técnicas para a composição de equipes.

❖ Dimensionamento das Equipes

O diagnóstico realizado (Produto 2) evidenciou que a atual estrutura de equipes operacionais da Prefeitura de Petrópolis é insuficiente para atender às demandas de manutenção da drenagem urbana. Hoje, os serviços concentram-se em ações corretivas e emergenciais, sem capacidade plena de executar rotinas preventivas e preditivas em toda a malha de dispositivos existente.

O dimensionamento das equipes de execução foi elaborado com base nas diretrizes do Termo de Referência e adaptado à realidade do município, contemplando equipes de reparo na rede, equipes para serviços urgentes e equipes de reposição e reparos especiais.

O dimensionamento proposto neste Plano não se limita ao quadro atual, mas considera a necessidade de atender de forma abrangente a totalidade do território municipal, garantindo a transição de uma atuação reativa para uma manutenção planejada e preventiva. A ampliação, no entanto, deve ocorrer de forma escalonada, respeitando a capacidade orçamentária e administrativa do município, e alinhada aos horizontes temporais estabelecidos (curto, médio e longo prazo).

Recomenda-se que as equipes sejam estruturadas em três grandes frentes de atuação:

- **Equipes de rotina:** voltadas para limpeza, inspeção e manutenção preventiva;
- **Equipes emergenciais:** para resposta rápida em casos de chuvas intensas;
- **Equipes de apoio especializado:** destinadas a reparos estruturais maiores, reposição de pavimentação e apoio a obras corretivas.

A estrutura proposta e indicada na **Tabela 7** possibilita cobrir tanto as demandas imediatas (emergências) quanto manter o sistema em condições adequadas de funcionamento, prolongando sua vida útil e reduzindo custos futuros.

Tabela 7 - Dimensionamento de Equipe Proposto

Horizonte temporal	Tipo de equipe	Quantidade sugerida	Composição mínima		Total	Observações
Curto prazo (até 2 anos)	Rotina (limpeza e inspeção)	4 equipes	1 encarregado, 1 apontador, 2 pedreiros, 4 serventes	8	32	Utilizar estrutura existente, mas reforçar equipe da COMDEP e SMO.
	Emergencial	2 equipes de plantão	1 encarregado, 1 motorista, 2 auxiliares, 2 serventes	6	12	Plantão 24h, escala 12x36, foco em resposta rápida.
	Apoio especializado	1 equipe	1 engenheiro, 2 pedreiros, 3 serventes	6	6	Apoio em reparos estruturais e pavimentação.
	TOTAL – CURTO PRAZO				50	
Médio prazo (2–3 anos)	Rotina (limpeza e inspeção)	6 equipes	1 encarregado, 1 apontador, 3 pedreiros, 5 serventes	10	60	Cobertura mais ampla, incluindo áreas críticas mapeadas.
	Emergencial	3 equipes de plantão	1 encarregado, 1 motorista, 2 auxiliares, 3 serventes	7	21	Ampliar cobertura territorial.
	Apoio especializado	2 equipes	1 engenheiro, 3 pedreiros, 4 serventes	8	16	Apoio em intervenções maiores e obras corretivas.
	TOTAL - MÉDIO PRAZO				97	
Longo prazo (3–5 anos)	Rotina (limpeza e inspeção)	8 equipes	1 encarregado, 1 apontador, 3 pedreiros, 6 serventes	11	88	Capacidade plena para manutenção preventiva em todo o município.
	Emergencial	4 equipes de plantão	1 encarregado, 1 motorista, 3 auxiliares, 3 serventes	8	32	Estrutura robusta para resposta a eventos extremos.
	Apoio especializado	3 equipes	1 engenheiro, 3 pedreiros, 5 serventes	9	27	Equipes aptas a executar reparos complexos e reposição de pavimento.
	TOTAL - LONGO PRAZO				147	

4. BIBLIOGRAFIA

AGESAN-RS. **Manual de regulação da prestação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas.** Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento do Rio Grande do Sul. Disponível em: <<https://agesan-rs.com.br/wp-content/uploads/2024/11/manual-da-regulacao-da-prestacao-dos-servicos-de-dmapu.pdf>>. Acesso em maio de 2025.

ADASA. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.** Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal. Brasília, 2023. Disponível em: <https://www.adasa.df.gov.br/images/storage/area_de_atuacao/drenagem_urbana/regula%C3%A7%C3%A3o/Manual_de_drenagem_e_manejo_de_aguas_urbanas/Manual%20Drenagem%20Adasa_Digital_rev_compactado-2_compressed.pdf>. Acesso em maio de 2025.

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N.; BARRAUD, S. **Técnica Compensatória em Drenagem Urbana.** Porto Alegre: ABRH, 2005.

FUNASA. **Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.** Fundação Nacional de Saúde. Brasília: Funasa, 2016. Disponível em: <<https://www.funasa.gov.br/documents/20182/300120/Drenagem%2Be%2BManejo%2Bdas%2B%C3%81guas%2BPluviais%2BUrbanas.pdf>>. Acesso em julho de 2025.

IAT. **Manual de Drenagem Urbana.** Instituto Água e Terra do Paraná. Curitiba, 2002. Disponível em: <https://www.iat.pr.gov.br/sites/agua-terra/arquivos_restritos/files/documento/2020-07/mdu_versao01.pdf>. Acesso em maio de 2025.

MENDES, A. T.; SANTOS, G. R.. **Planejamento e gestão da drenagem e manejo sustentável de águas de chuva no Brasil: lacunas e situação dos municípios.** Brasília: IPEA, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ipea.gov.br/bitstreams/cc84568a-c6a2-43b4-bbde-01c8f75b0f9a/download>>. Acesso em julho de 2025.

SILVA, L. H.; MENEZES FILHO, F. C. M.; RODRIGUES, A. L. M.; MORAIS, E. B.. **Sistemas de biorretenção para o manejo das águas pluviais: panorama internacional e critérios para projeto.** Research, Society and Development, v. 9, n. 11, e69591110335, 2020. DOI:



<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i11.10335>.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais**. São Paulo, 2012. Disponível em: <https://prefeitura.sp.gov.br/web/licenciamento/w/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/49018>. Acesso em maio de 2025.

TUCCI, C. E. M. **Águas urbanas. Estudos Avançados**. São Paulo, v. 22, n. 63, p. 97–112, jan. 2008. Disponível em: <<https://revistas.usp.br/eav/article/view/10295>>. Acesso em maio de 2025.

WRIGHT, G.B.; ARTHUR, S.; BOWLES, G.; BASTIEN, N. AND UNWIN, D. **Urban creep in Scotland: stakeholder perceptions, quantification and cost implications of permeable solutions**. *Water and Environment Journal* 25(4) 513–521. DOI: 10.1111/j.1747-6593.2010.00247.x. 2011.

Elaboração:

Monique de Faria Marins
CREA-RJ
Engenheira Civil

Verificação:

Carlos Frederico Enriquez
CREA-RJ
Engenheiro Civil-Coordenador