

Produto P7

PROPOSTA PARA A
GESTÃO DAS ÁGUAS NA
RMGV

PDGV-RE-P07-001-R0

Janeiro, 2022



PLANO DIRETOR DE ÁGUAS URBANAS

REGIÃO METROPOLITANA
DA GRANDE VITÓRIA
(PDAU-RMGV)

Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV)

ELABORADO POR
CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT



CONTRATANTE:

COMPANHIA ESPÍRITO
SANTENSE DE SANEAMENTO



GOVERNO DO ESTADO
DO ESPÍRITO SANTO

COMITÊ DIRETIVO DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS E
DA PAISAGEM Projeto BIRD Empréstimo N° 8355 – BR

CONTRATO

CT00162020

DATA DE INÍCIO DO CONTRATO

08 de junho de 2020

CONCLUSÃO PREVISTA

08 de junho de 2022

Sumário

1	Considerações sobre a Gestão das Águas da RMGV.....	10
2	Conceitos Organizacionais.....	14
2.1	Gestão Estratégica.....	14
2.2	Modelagem Organizacional.....	17
3	Diretrizes para a Prestação de Serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas.....	20
3.1	Planejamento (estudos, projetos e gestão).....	21
3.2	Cadastro Técnico e Sistemas de Informação.....	24
3.3	Manutenção e Operação.....	31
3.3.1	Plano de Manutenção.....	33
3.3.2	Procedimentos e Rotinas.....	35
3.3.3	Áreas Prioritárias.....	49
3.4	Diretrizes Organizacionais.....	50
3.4.1	Recursos Humanos.....	50
3.4.2	Recursos Materiais.....	51
3.4.3	Organização do Serviço de Manutenção.....	64
3.5	Indicadores da Prestação de Serviços.....	66
3.6	Desenvolvimento Tecnológico.....	75
3.6.1	Revisão dos critérios hidrológicos.....	75
3.6.2	Programas de pesquisas de desenvolvimento de medidas de controle do escoamento superficial.....	78
3.6.3	Revitalização em corpos hídricos.....	81
3.6.4	Sistemas de wetlands construídas.....	83
3.6.5	Projetos integrados de águas pluviais e esgotos sanitários.....	85
4	Gestão das águas urbanas.....	89

4.1	Regionalização das Águas Pluviais Urbanas	89
4.2	Alternativas Institucionais	94
4.3	Controle Social	96
4.4	Regulação da Prestação de Serviços	97
4.5	Alternativas para o financiamento dos serviços de DMAPU	100
5	Instrumentos Legais	105
5.1	Preservação da Qualidade e Quantidade das Águas	106
5.1.1	Norma para Apresentação de Projeto de Reservatório de Quantidade 107	
5.1.2	Controle de Sedimentos	108
5.2	Disciplinamento do Uso e Ocupação do Solo	109
5.2.1	Zoneamento	109
5.2.2	Índices Urbanísticos	110
5.3	Preservação Ambiental	110
5.3.1	Licenciamento Ambiental	110
5.3.2	Enquadramento dos Corpos Hídricos	111
6	Apontamentos Finais	112
	Referências	115

Índice de Figuras

Figura 1 – Etapas e atividades do processo de gestão estratégica.....	15
Figura 2 – Arquitetura Organizacional.....	17
Figura 3 – Modelo Genérico de Arquitetura Organizacional (Mintzberg).....	18
Figura 4 – Etapas da Modelagem Organizacional.....	19
Figura 5 – Componentes Básicos do Plano Diretor de Águas Urbanas.....	21
Figura 6 – Visão Geral do SISDREN do município de São Paulo.....	26
Figura 7 – Configuração prevista do ambiente para o SISAP.....	28
Figura 8 – Boca de lobo usual (A), com poço (B), com filtro (C).....	44
Figura 9 – Portão de Descarga.....	44
Figura 10 – Sistema de limpeza automática de águas de primeira chuva da ETE Mancasale, Reggio Emilia, Itália operada pela Iren Emilia S.p.A.....	45
Figura 11 – Processo de Planejamento da Força de Trabalho.....	51
Figura 12 – Foto de um Power Rodding.....	54
Figura 13 – Ilustração de um hidrojateamento de rede.....	54
Figura 14 – Funcionamento do Power Bucket.....	55
Figura 15 – Funcionamento do Flush Ball.....	56
Figura 16 – Draga de sucção e recalque.....	56
Figura 17 – Escavadeira mecânica tipo drag-line.....	57
Figura 18 – Escavadeira hidráulica embarcada.....	58
Figura 19 – Caminhão Basculante (direita) e Pá-carregadeira (esquerda).....	59
Figura 20 – Proposta de organização do serviço de manutenção.....	64
Figura 21 – Representação do método de cenarização das tormentas de projeto.....	77
Figura 22 – Matrizes de chuva, distribuição da curva no espaço para três intervalos de tempo.....	77
Figura 23 – Revitalização de um rio canalizado.....	83
Figura 24 – Sistema separador convencional.....	86
Figura 25 – Sistema separador com extravasor.....	86
Figura 26 – Sistema separador com extravasor e reservatório.....	86
Figura 27 – Sistema unitário com extravasor.....	87
Figura 28 – Sistema unitário com extravasor e reservatório.....	87
Figura 29 – Sistema separador com tratamento de esgoto e águas pluviais.....	87

Figura 30 – Possíveis divisões do estado em microrregiões de saneamento
básico92

Índice de Tabelas

Tabela 1 – Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção	33
Tabela 2 – Procedimento de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem.....	36
Tabela 3 – Modelo sugerido para ficha de inspeção de dispositivos de Microdrenagem.....	37
Tabela 4 – Modelo sugerido para ficha de inspeção de RESERVATÓRIOS	39
Tabela 5 – Procedimento de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem.....	42
Tabela 6 – Recomendações gerais para manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem.....	46
Tabela 7 – Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção	49
Tabela 8 – Infraestrutura necessária para funcionamento do SISAP	52
Tabela 9 – Fator de empolamento f de materiais	60
Tabela 10 – Fator de eficiência da caçamba K.....	61
Tabela 11 – Tempo de ciclo das escavadeiras em segundos e para giro de 90°	62
Tabela 12 – Tempos de parada, descarga e partida.....	63
Tabela 13 – Informações utilizadas para o cálculo dos indicadores de DMAPU – SNIS ano-base 2020.....	68
Tabela 14 – Indicadores DMAPU – SNIS ano-base 2020	70
Tabela 15 – Indicadores SNIS ano-base 2020 para os municípios da RMGV.....	72
Tabela 16 – Resumo das principais medidas de controle e redução do escoamento aplicáveis na drenagem urbana.....	79
Tabela 17 – Capacidade de recuperação de corpos d’água de acordo com a superfície impermeável da bacia	83
Tabela 18 – Comparação de retorno financeiro e payback das propostas de divisão de microrregião de água e esgoto do estado do Espírito Santo.....	93
Tabela 19 – Diferenças entre Taxa e Tarifa.....	102
Tabela 20 – Macroações a serem consideradas na elaboração do Produto 9114	

Acrônimos

ARSP - Agência de Regulação de Serviços Públicos do Estado do Espírito Santo

BSC – Balanced Scorecard

CESAN – Companhia Espírito Santense de Saneamento

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DMAPU – Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

ENAP – Escola Nacional de Administração Pública

MDR – Ministério do Desenvolvimento Regional

OPEX – Custos Operacionais

PDAU-RMGV ou PDAU - Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória.

PDDU – Plano Diretor de Drenagem Urbana

PDM – Plano Diretor Municipal

PDUI – Plano Diretor Urbano Integrado

PFT – Planejamento da Força de Trabalho

PLANSAB – Plano Nacional de Saneamento

PMSB – Plano Municipal de Saneamento Básico

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória, composta pelos municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

SEAMA – Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SEDURB – Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano

SGBD – Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Corporativo

SIG – Sistema de Informações Geográficas

SISAP – Sistema de Informações sobre Águas Pluviais

SISDREN – Sistema de Informações sobre Drenagem

SNIS – Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SNIS-AP – Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento – Águas Pluviais

Apresentação

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) a Proposta para a Gestão das Águas Urbanas na Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV), objeto do Contrato nº CT00162020.

O PDAU-RMGV, portanto, contempla os produtos relacionados a seguir, com destaque ao produto apresentado neste relatório:

- P1: Plano de Trabalho Consolidado (M1)
- P2: Base Georreferenciada de Dados (M1)
- P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias (M1)
- P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias (M2)
- P4.1: Diagnóstico Físico Prévio (M1)
- P4.2: Diagnóstico Físico Final (M2)
- P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais (M1)
- P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano (M1)
- P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2)
- **P7: Proposta para a Gestão das Águas na RMGV (M2)**
- P8: Programas (M2)
- P9: Plano de Ação (M2)
- P10: Mobilização Social (M2)
- P11: Relatório Final (M2)

O presente produto traz diretrizes e orientações para a estruturação da gestão das águas urbanas no âmbito da RMGV e dos municípios inseridos na metropolitana, se dividindo em seis capítulos, descritos a seguir.

O produto se inicia com o capítulo 1, em que são relacionados os conceitos trabalhados em relatórios anteriores, em especial o Produto 5 – Diagnóstico das Medidas Não Estruturais. O intuito é apresentar a lógica que estrutura este relatório, principalmente diante das mudanças institucionais proporcionadas pelo Marco Legal do Saneamento Básico atualizado pela lei federal nº. 14.026/20.

Em seguida, o capítulo 2, denominado Aspectos Organizacionais, apresenta conceitos de administração pública que devem nortear a gestão dos entes públicos. As diretrizes gerais de gestão pública favorecem a estruturação dos entes responsáveis pelos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas (DMAPU), propiciando uma gestão mais eficiente dos serviços.

Posteriormente, o capítulo 3 avança nos temas referentes a gestão das águas urbanas. São detalhados os requisitos técnicos, orientações e diretrizes a serem observados pelos entes na prestação de serviços de DMAPU. Os elementos contidos neste item englobam fundamentalmente os aspectos de engenharia.

Em seguida, o capítulo 4 traz elementos relacionados à gestão das águas urbanas e que devem ser considerados na prestação de serviços. São introduzidos outros temas para além das questões técnicas de engenharia, sendo abordados pontos como: prestação regionalizada dos serviços, articulação institucional, controle social, regulação da prestação de serviços, alternativas institucionais e alternativas para o financiamento dos serviços.

O capítulo 5 avança no detalhamento dos instrumentos legais que podem ser desenvolvidos nos municípios. Novamente retomam-se os pontos principais do Produto 5 – Diagnóstico das Medidas Não Estruturais para as Águas Urbanas, com o foco no sistema legal, sendo então comparadas as leis e delineadas as diretrizes e boas práticas a adotar pelos entes estaduais e municipais. Aqui se propõe avançar na questão do que cabe aos municípios e ao Estado.

Por fim, o capítulo 6 conclui o relatório. A principal contribuição deste item é traduzir as considerações do relatório em macroações, ou seja, encaminhamentos que propiciam o entendimento das iniciativas que devem ser realizadas, tanto do ponto de vista de gestão quanto de instrumentos legais para a consecução dos objetivos do PDAU. Este capítulo enseja a construção do Produto 9 – Plano de Ação.

1 Considerações sobre a Gestão das Águas da RMGV

A elaboração deste produto se inicia a partir do *Produto 5 – Diagnóstico das Medidas Não Estruturais e de Gestão*, onde ocorreu a identificação e caracterização das estruturas estaduais e municipais responsáveis pela gestão das águas urbanas e de assuntos afins. Ao final do diagnóstico foram definidos quatro potenciais estratégias para o desenvolvimento de ações:

- Estratégia 1 – Fortalecer o Programa Gestão Integrada das Águas e da Paisagem
- Estratégia 2 – Estabelecer a Governança Metropolitana dos serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais (DMAPU) da RMGV
- Estratégia 3 – Fortalecer os Entes Municipais, com atuação na DMAPU, e medidas não estruturais
- Estratégia 4 – Desenvolver uma atuação integrada no desenvolvimento de medidas não-estruturais.

Neste produto, são apresentados conteúdos que se relacionam diretamente com as estratégias 2 e 3, principalmente. Ao longo dos próximos capítulos foram reunidos indicativos e diretrizes de fundamental importância para que a gestão das águas urbanas seja efetiva na RMGV. As demais estratégias serão abordadas em outros produtos sequentes, haja vista que a estratégia 1 se relaciona principalmente com o Produto 8 – Programas - e a estratégia 4 com os Produto 6.2. – Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais.

Em termos de gestão, há um grande desafio no entendimento do complexo quadro jurídico-institucional da gestão das águas urbanas. A edição da Lei Federal nº 14.026 de 2020, que atualizou o marco legal do saneamento básico, trouxe a regionalização como um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços (art. 2º, XIV, da Lei 11.445 de 2007). Nessa norma foi conferido o prazo de um ano para que os Estados criassem regiões que agrupassem mais de um município com vistas à prestação integrada de um ou mais componentes do saneamento básico. O Estado do Espírito Santo, seguindo essa disposição, editou a Lei Complementar Estadual nº 968 de 2021, que instituiu a Microrregião de Águas e Esgotos que contempla os 78 municípios ora existentes e indica, como “função pública de interesse comum da Microrregião de Águas e Esgotos”, “o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de abastecimento de água, de esgotamento sanitário e de manejo de águas pluviais urbanas”. Ressalte-se que o território por excelência de planejamento e gestão da drenagem e do manejo das águas pluviais é a bacia hidrográfica, o que não é mencionado na lei estadual.

De qualquer forma, além dos municípios e do próprio Estado com seus órgãos, mais uma regionalização foi criada, o que trouxe mais desafios para o PDAU. No entanto,

tendo em vista os objetivos do presente trabalho e que desde o seu início trabalha com bacias hidrográficas, as bacias de interesse da RMGV continuarão a serem entendidas como subdivisões relevantes para o planejamento da DMAPU.

Com a regionalização instituída pelo Estado do Espírito Santo, a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais passa, a princípio, a ser desenvolvida em três níveis distintos: (i) Microrregional (titularidade compartilhada entre o Estado e os 78 Municípios); (ii) Metropolitano (titularidade compartilhada entre o Estado e os 7 Municípios integrantes da RMGV, com fulcro no disposto na Lei Complementar Estadual nº 318); e (iii) Local (titularidade dos Municípios). É fundamental destacar que a Lei Complementar Estadual nº 968 não resolveu como se dará a articulação da gestão da drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, o que gera dúvidas quanto ao papel e as competências a serem desenvolvidas em cada um dos níveis.¹

Em face desse cenário complexo e nebuloso, a estratégia adotada para a elaboração do presente produto é de estabelecer diretrizes que possam nortear a gestão da drenagem e manejo das águas pluviais, independente de quem seja a entidade responsável, de modo a garantir aplicabilidade do disposto no PDAU, mas respeitando a bacia hidrográfica, porque as águas não conhecem limites políticos, mas físicos. A gestão competente e embasada precisa acontecer tendo em vista os graves problemas de enxurradas, alagamentos e inundações na RMGV, ainda que os entes que devem praticá-las não estejam perfeitamente delineados e a complexidade aumentada pela lei estadual.

Para a efetividade das políticas voltadas às águas pluviais buscaram-se, e foram colocados, conceitos que vêm de referências governamentais das diversas esferas federativas que descrevem como é uma política pública realizada por um ente governamental. Essas definições, ainda que mais teóricas, constituem a base sobre a qual se assentaram os entes que provavelmente serão responsáveis pela gestão das águas pluviais urbanas da RMGV.

Do ponto de vista da gestão pública, independente da organização fim, é fundamental que haja um alinhamento das ações e atividades desempenhadas com as suas estratégias. Todo o arranjo organizacional depende da clara definição das estratégias a partir do entendimento das responsabilidades auferidas às finalidades do ente. Por exemplo, os critérios de departamentalização, o planejamento da força de trabalho, os equipamentos, o organograma, entre outros elementos dependem

¹ Em relação aos componentes do abastecimento de água e esgotamento sanitário, o art. 21 da Lei Complementar Estadual nº 968 prevê que o Colegiado Regional deverá definir regulamento próprio para a transição relativa às funções públicas de interesse comum dos serviços de água e esgoto atualmente previstos na Lei Complementar nº 318, de 17 de janeiro de 2005, que reestruturou a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV). Note-se que não é mencionado explicitamente os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais, suscitando dúvidas quanto a transição desses para a Microrregião.

desse entendimento. Essas informações são tratadas no capítulo 2.

Além disso, o ato de gestão dos serviços de DMAPU envolve princípios e diretrizes básicas de engenharia civil e ambiental a serem seguidos pelos gestores para manter o elevado nível do serviço, as quais também são desenvolvidos neste produto.

A operação e manutenção das estruturas envolve a aplicação ao longo do horizonte de plano de um planejamento consistente e renovado, capacitação técnica, equipamentos específicos e uma estrutura organizacional sólida que independe da forma de prestação do serviço de manejo de águas pluviais urbanas. Os elementos técnicos desenvolvidos neste item, portanto, devem ser seguidos com atenção.

Ainda compondo o manejo das águas urbanas, o planejamento das ações, a operação e manutenção compreendem todos os instrumentos existentes em diferentes níveis de gestão pública. Dentre esses de gestão e planejamento relevantes ao tema, os Planos Municipais de Saneamento Básico, Planos Diretores Urbanos e Planos Diretores de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas são de âmbito municipal, enquanto Planos de Recursos Hídricos (Planos de Bacia) são de nível regional, estadual ou mesmo interestadual. Esses planos devem estar articulados entre si e com este PDAU em suas medidas, objetivos e proposições para possibilitarem o melhor nível de gestão das águas urbanas. Portanto, o PDAU passa a ser um documento de referência. Assim, no Produto 5 deste PDAU, efetuou-se a análise dos planos existentes com influência sobre o escopo do presente documento e as proposições técnicas estão alinhadas com o planejamento já traçado pelo poder público, embora aqui se avance com o detalhamento de mais medidas apoiadas no modelo matemático hidrológico-hidrodinâmico como suporte à decisão. De alguma forma, em todos esses planos consultados, sempre há proposição de avanço na gestão.

Sem informação, não há gestão e, dessa forma, entre as principais medidas de gestão propostas nos capítulos deste Produto, está a elaboração e implantação de um Sistema de Informações de Águas Pluviais (SISAP). Seu objetivo é consistir, catalogar e disponibilizar informações técnicas a respeito das estruturas que compõem o manejo de águas pluviais. É comum às gestões municipais brasileiras, incluindo aquelas da RMGV, a falta de informações técnicas sobre as estruturas existentes, as quais são de fundamental importância para o planejamento e gestão dos serviços. Assim, parte-se aqui da importante ação que é levantar e cadastrar todas as estruturas hidráulicas e demais dados, compondo um acervo técnico digital à disposição das Prefeituras e de outros interessados, visando elevar o nível da prestação do serviço de DMAPU. O item 3.2 apresenta diretrizes e orientações de como desenvolver e implantar o SISAP e o cadastro técnico.

O ato cotidiano de gestão das águas pluviais se resume principalmente a ações de operação e manutenção das estruturas físicas para que continuem a desempenhar suas atribuições como foram projetadas e construídas. As prefeituras devem contar com seus planos de manutenção de estruturas hidráulicas, equipes capacitadas e equipamentos apropriados para serviços, rotinas e procedimentos padronizados, com

articulação entre diferentes áreas e entes públicos, além da integração com o futuro SISAP. É evidente que a manutenção e operação incorrem em despesas, denominadas OPEX, as quais devem ser consideradas no planejamento da prestação do serviço por parte das Prefeituras. O item 3.3 orienta o desenvolvimento do serviço de manutenção e operação do sistema de águas pluviais para que, em produtos seguintes, sejam trazidos os OPEX.

Conforme mencionado anteriormente, a dinâmica das águas pluviais independe dos limites políticos. As águas pluviais escoam naturalmente entre municípios, de forma que a gestão da drenagem requer alto nível de articulação e cooperação entre as prefeituras. É apropriado que compartilhem dados, equipes e equipamentos para conduzir seus serviços de manutenção e operação em pontos e situações de comum interesse, levando a uma redução de despesas e ganho de eficiência. Os entes estaduais e metropolitanos precisam ter um papel de articulação entre os procedimentos municipais com foco predominante nos cursos d'água que causam inundações intermunicipais e naqueles que são definidos como integrantes do sistema de macrodrenagem. Esse quadro é analisado mais adiante.

Também é apresentado neste Produto uma série de indicadores de desempenho proposta para medir a evolução da prestação de serviço com base em informações coletadas em campo. Evidentemente, esses indicadores de desempenho têm interface com o SISAP e o cadastro técnico, sendo uma ferramenta valiosa para o planejamento e gestão. Ainda considerando a progressão e melhoria contínua do nível do serviço, é apresentada no item 0 uma discussão a respeito do desenvolvimento tecnológico na área de manejo de águas pluviais, com objetivo de que este trabalho e, por consequência a Região Metropolitana da Grande Vitória (RMGV), acompanhem a expansão das fronteiras do conhecimento tecnológico.

Nota-se a conjugação de elementos, desde planejamento até indicadores, como necessários para a compreensão e a gestão acurada dos desafios das águas urbanas. É o que este Produto objetiva para contribuir com as soluções, tendo por premissa a noção de que a definição da gestão depende não somente de aspectos técnicos, mas também é fruto de decisões políticas públicas e participação estruturada da sociedade e seus representantes para que percebam que a cidade é sua, e a solução dos desafios dos alagamentos, enxurradas e inundações urbanas passa também pela ação de cada um. Ou seja, mesmo que haja estruturas hidráulicas vindas da engenharia, Soluções Baseadas na Natureza – SBN e medidas não estruturais, a governança sustentada economicamente e feita por um ente com participação municipal e estadual, já que se trata de uma região metropolitana, é absolutamente essencial. O quadro complexo das inundações da RMGV somente se atenuará ao longo do tempo quando efetivamente existir uma governança que estabeleça planejamento e ações coordenadas. Por mais bem que tenham sido projetadas, não serão ações localizadas e pouco articuladas que darão as respostas devidas para a RMGV.

2 Conceitos Organizacionais

O foco do PDAU é que a prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas por meio de um ente consiga atender aos objetivos preconizados. Se faz necessário que os responsáveis por essas atividades sigam preceitos básicos de gestão pública avançada e isso significa que as organizações devem ser geridas considerando as boas práticas, o que envolve a introdução de temas gerais de administração para o debate. Ou seja, contar com entes devidamente estruturados para exercer as competências atribuídas.

O conteúdo deste capítulo se divide em dois subitens. No item 2.1 está a gestão estratégica, ou seja, a postulação dos elementos que norteiam a atuação da organização. Em seguida, o item 2.2 descreve o processo de modelagem organizacional, as diretrizes para a estruturação de organizações que consigam realizar suas estratégias. Mais que esgotar o debate, ambos itens apresentam diretrizes gerais serem adotadas pelos diversos órgãos responsáveis pela gestão das águas urbanas da RMGV e por um possível ente metropolitano de águas pluviais.

Como visto no Produto 5 – Diagnóstico da Gestão e das Medidas Não Estruturais, as administrações públicas estadual e municipais do estado do Espírito Santo já praticam algum desses preceitos. Não se trata de temas desconhecidos no Estado, mas são retomados e postulados, haja vista a importância desses elementos na consecução dos objetivos pretendidos pela gestão pública voltadas ao manejo das águas pluviais urbanas.

2.1 Gestão Estratégica

No contexto da administração pública, o conceito de gestão estratégica contribuiu positivamente para o atendimento dos objetivos das diversas organizações. Adota-se como referência para este item o Guia Técnico de Gestão Estratégica, elaborado em 2019 pelo Ministério da Economia, o qual aponta que gestão estratégica pode ser definida como: *“Processo contínuo, que integra o planejamento estratégico à implementação, monitoramento e avaliação da estratégia para aprimorar o alcance da missão, o cumprimento dos mandatos e a aprendizagem organizacional”* (Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital, 2019).

Não se trata de tema desconhecido dentro da administração pública do estado do Espírito Santo, haja visto que práticas de gestão estratégica já são adotadas por diversos órgãos estaduais e municipais. Algumas referências existentes atualmente são as seguintes:

- Governo do Estado do Espírito Santo: Planejamento Estratégico 2019-2022, Plano de Desenvolvimento Espírito Santo 2025 (Plano ES 2025) e Plano de Desenvolvimento Espírito Santo 2020 (Plano ES 2030);

- Instituto Jones dos Santos Neves: Planejamento Estratégico (2020);
- Prefeitura Municipal de Vitória: Planejamento Estratégico Gestão 2021-2024;

Nota-se que a existência desses instrumentos, além de outros aqui não mencionados, apontam para uma cultura de planejamento e gestão já existente em nível macro. Assim, o presente item traz diretrizes gerais com o intuito de estimular a adoção dessas práticas pelos órgãos responsáveis pela gestão das águas urbanas da RMGV. O guia da (Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital, 2019) aponta oito etapas do processo de gestão estratégica indicados na Figura 1 a seguir.

1	<p>Construção da Cadeia de Valor</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a construção da cadeia de valor <ul style="list-style-type: none"> • Construir a cadeia de valor • Validar e comunicar a cadeia de valor <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório 	2	<p>Análise Ambiental</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a análise ambiental • Planejar a análise interna • Planejar a análise externa • Relacionar as análises interna e externa • Validar e comunicar a análise ambiental <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório
3	<p>Definição da Missão, Visão e Valores</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a definição do referencial estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Definir o referencial estratégico • Validar o referencial estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório 	4	<p>Construção do Mapa Estratégico</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a construção do mapa estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Construir o mapa estratégico • Identificar a contribuição para o PPA • Validar e comunicar o mapa estratégico <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório
5	<p>Construção do Painel de Indicadores e Metas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a construção de indicadores e metas <ul style="list-style-type: none"> • Definir indicadores • Detalhar e avaliar a qualidade dos indicadores <ul style="list-style-type: none"> • Validar e comunicar indicadores e metas <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório 	6	<p>Construção do Portfólio de Projetos e Entregas</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a construção do portfólio de projetos e entregas <ul style="list-style-type: none"> • Construir portfólio de projetos • Desenhar projetos e entregas • Vincular projetos e entregas ao orçamento • Elaborar a matriz de riscos dos projetos <ul style="list-style-type: none"> • Validar projetos e entregas <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório
7	<p>Monitoramento da Estratégia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar o monitoramento da estratégia <ul style="list-style-type: none"> • Monitorar a estratégia • Comunicar os resultados do monitoramento <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório 	8	<p>Avaliação e revisão da estratégia</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planejar a avaliação da estratégia • Realizar reuniões de avaliação da estratégia <ul style="list-style-type: none"> • Revisar e comunicar a estratégia <ul style="list-style-type: none"> • Elaborar relatório

Figura 1 – Etapas e atividades do processo de gestão estratégica

Fonte: Adaptado de (Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital, 2019)

Essas oito etapas são brevemente detalhadas a seguir, buscando apresentar cada uma e sua importância específica no processo de gestão estratégica.

A etapa 1 consiste na construção da cadeia de valor, uma ferramenta através da qual se representa a organização a partir de subsistemas (atividades), entradas (insumos) e processos de transformações e saídas (produtos). Essa apresentação favorece o entendimento dos pontos fortes e fracos, custos, indicadores, lacunas, sobreposições e deficiências nas atividades da organização. Ou seja, favorece o entendimento das atividades desempenhadas.

Em seguida na etapa 2, a análise ambiental de atuação é desenvolvida a partir da compilação dos fatores internos e externos que influenciam as atividades da organização. Dentre as metodologias possíveis, está a análise SWOT (forças, fraquezas, ameaças e oportunidades) e a análise PEST/PESTEL (política, economia, social,

tecnologia, ambiental e legal) garantindo uma macrovisão as ameaças e oportunidades do ambiente de atuação.

Na etapa 3 são definidas a missão, visão e valores, as quais asseguram o referencial estratégico da organização. A missão corresponde a razão de existir da organização, orientando de modo geral sua atuação. Em seguida, a visão delimita a perspectiva de futuro da organização, ou seja, o horizonte para o qual caminha em médio e longo prazo. Por fim, os valores orientam o comportamento da organização, sendo ideias fundamentais que direcionam a tomada de decisão.

Posteriormente na etapa 4, se constrói o mapa estratégico, ferramenta de gestão que permite representar graficamente os desafios a serem enfrentados de modo a atingir a missão e a visão da organização, no caso o manejo das águas pluviais urbanas. Nesse interim, a ferramenta do *Balanced Scorecard (BSC)* criada para a gestão estratégica no setor privado é indicada também para o setor público. Assim, conforme o guia do governo federal, que adapta a metodologia do BSC para o setor público, a construção do mapa estratégico contém quatro perspectivas: 1 – resultados para a sociedade, 2 – resultados para clientes, usuários, beneficiários e partes interessadas, 3 – processos internos e 4 – infraestrutura e aprendizagem.

Em seguida, a etapa 5 consiste na construção do painel de indicadores e metas, ou seja, definir de que modo os objetivos serão mensurados (indicadores) e qual a expectativa de resultado futuro (metas). Os indicadores permitem ilustrar uma situação complexa de uma maneira objetiva e mais facilmente compreensível e as metas correspondem o desempenho almejado para o correspondente indicador.

Na etapa 6 se realiza a construção do portfólio de projetos e entregas. Projetos são iniciativas temporárias com o objetivo de produzir um resultado único, enquanto os portfólios agrupam os projetos, programas e subportfólios de responsabilidade da organização ou ente de águas pluviais. Ou seja, a construção desse painel permite o acompanhamento de todas as iniciativas desempenhadas pela organização e a priorização daquelas mais alinhadas aos seus objetivos estratégicos.

Em seguida, a etapa 7 envolve o monitoramento intensivo da estratégia. Corresponde ao acompanhamento contínuo da implantação do plano estratégico que toma a forma, por exemplo, de resultados gerenciais. Por fim, na etapa 8 se realiza o monitoramento, avaliação e revisão da estratégia, ou seja, a verificação e atualização da estratégia em relação as mudanças no ambiente interno e externo.

Desse modo, a adoção dessas práticas aqui apresentadas ou outras que também se relacionam a gestão estratégica traz um benefício concreto para as organizações, pois permite a definição objetiva das responsabilidades e de mecanismos para avaliar os desempenhos das atividades. Essas práticas de gestão pública provenientes de manual da administração federal servem de referência para as proposições para um ente que se dedique ao manejo de águas pluviais urbanas.

2.2 Modelagem Organizacional

Para o contexto da administração pública como um todo, dentro do qual se encontra o saneamento básico, incluindo a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas, existem diversas possibilidades de arranjos institucionais para a gestão dos serviços como aponta o item 4.2. Qualquer que seja a forma escolhida, existem conceitos gerais que permeiam as organizações e que permitem o estabelecimento de arranjos organizacionais mais eficientes e eficazes na obtenção de seus respectivos objetivos. Nesse sentido, o Guia desenvolvido pela Secretaria do Ceará (2021) indica que a arquitetura organizacional é composta de cinco elementos:

- Estratégia – conjunto de propósitos e resultados visados
- Estrutura – arranjo hierárquico de unidades organizacionais
- Processos – conjuntos estruturados de ações/ atividades que geram produtos/ serviços entregues aos beneficiários
- Pessoas – quadros funcionais que atuam nos processos e suas competências
- Tecnologia – conjunto de dados e informações necessárias aos processos decisórios e os recursos de hardware e software.

A Figura 2 traz a relação entre esses elementos, sendo que a estratégia é a variável orientadora que direciona os demais elementos para atender a finalidade da organização.

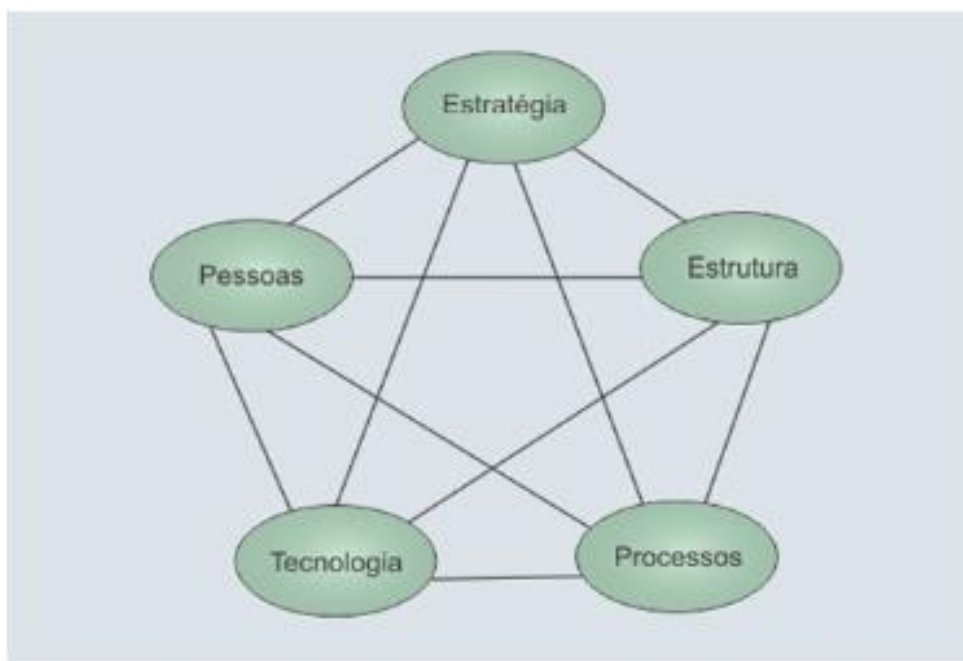


Figura 2 – Arquitetura Organizacional
Fonte: (Secretaria do Planejamento e Gestão - Ceará, 2021)

De modo geral, uma organização é constituída de cinco divisões e suas funções principais: cúpula estratégica (estratégia), linha intermediária (coordenação), suporte

técnico (padronização), suporte administrativo (suporte) e núcleo operacional (execução). A Figura 3 a seguir traz essas cinco divisões



Figura 3 – Modelo Genérico de Arquitetura Organizacional (Mintzberg)
Fonte: (Instituto Publix, 2019)

Conceitualmente são variadas as possibilidades de estruturação de uma organização, conforme os diversos enfoques administrativos, por exemplo, o clássico, o contingencial, o institucionalista-sociológico, o (neo)institucionalista-econômico e o do novo contingencialismo, entre outros (Instituto Publix, 2019). Essas estruturas organizacionais assumem formas diversificadas de acordo com as estratégias assumidas. Ao processo de definição dessa estrutura se denomina modelagem organizacional. Segundo Cavalcanti (2004) trata-se do: “*processo que promove a coerência entre os objetivos ou os propósitos para os quais a organização existe, os padrões de divisão de trabalho e a coordenação entre as unidades e as pessoas que vão desempenhar as tarefas*” (Secretaria do Planejamento e Gestão - Ceará, 2021).

A seguir, a Figura 4 traz um indicativo das etapas e sub-etapas do processo de modelagem organizacional.



Figura 4 – Etapas da Modelagem Organizacional

Fonte: (Secretaria de Planejamento e Gestão - Minas Gerais, 2018)

Trata-se de uma discussão extensa e desenvolvida no âmbito da administração pública como um todo. De modo a possibilitar uma análise mais aprofundada pelos gestores, se relaciona abaixo alguns guias e documentos de referência para a modelagem organizacional:

- Documento Norteador para Modelagem dos Órgãos da Administração Pública Municipal – Prefeitura de São Paulo –2017
- Guia Modelagem de Estrutura Organizacional – Secretaria do Planejamento e Gestão do Governo do Ceará – 2021
- Guia para Modelagem de Estruturas Organizacionais – Secretaria de Estado de Planejamento e Gestão do Governo de Minas Gerais – 2018
- Manual de Estruturas organizacionais do Poder Executivo Federal – Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital do Ministério da Economia – 2019

3 Diretrizes para a Prestação de Serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

Vistos os documentos de referências de vários entes públicos federativos brasileiros quanto à gestão pública eficiente e focada, neste capítulo se delineiam a gestão e manejo das águas pluviais urbanas. Isso se dá através do detalhamento de requisitos técnicos, orientações e diretrizes a serem observados pelos gestores públicos na prestação de serviços de DMAPU ao longo do horizonte de planejamento deste Plano. A governança se apoia nesses requisitos.

Os itens que compõem este capítulo apresentam diretrizes gerais sob o ponto de vista da engenharia, buscando garantir nível adequado dos serviços de manejo de águas pluviais, dentre eles as práticas e os equipamentos de manutenção e operação da infraestrutura, além da estruturação de entes públicos para exercer a manutenção e a operação.

Do ponto de vista organizacional, são desenvolvidas diretrizes para ações de apoio à gestão do serviço de águas pluviais, como a coleta e cadastro de informações técnicas, desenvolvimento e acompanhamento de indicadores de desempenho, implantação de um Sistema de Informações sobre Águas Pluviais (SISAP) e uma discussão sobre como os órgãos espírito-santenses podem se envolver no desenvolvimento do conhecimento da área de águas pluviais urbanas. Mais uma vez, parte-se do princípio que somente se faz a gestão adequada do que se conhece, logo o sistema de informações é fundamental. Portanto, independentemente da forma que um ente dedicado ao manejo de águas pluviais teria, as suas atividades são bem delineadas e aqui apresentadas. Estudos posteriores até no âmbito municipal e metropolitano poderiam detalhar e especificar como seriam esses entes, mas aí cabe mais aos próprios entes federativos envolvidos. De qualquer forma, o que aqui se coloca precisa ser seguido para que o manejo de águas pluviais urbanas de fato aconteça.

Por fim, este capítulo foi desenvolvido utilizando fontes e referências consagradas nessa área e aplicados em zonas metropolitanas de grande porte, como os manuais de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal (ADASA, 2018) e de São Paulo (PMSP, 2012) e o Plano Municipal de gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo (PMSP, 2012), além da vivência e do conhecimento da equipe técnica responsável em trabalhos país afora e até internacionais. Assim, não basta ter planejamento, projetos e obras bem elaborados se não se contar com meios de gestão e de sustentabilidade econômica que levem à prestação de serviços de águas urbanas que atenda às necessidades e anseios da população beneficiada. A competência técnica necessariamente precisa ser acompanhada da gestão eficiente que se baseia inicialmente na existência de informações consistentes e consolidadas.

3.1 Planejamento (estudos, projetos e gestão)

A visão moderna da gestão das águas pluviais envolve o manejo do seu escoamento no espaço urbano ao longo do tempo, com objetivo de minimizar efeitos negativos à sociedade e ao ambiente decorrentes de eventos hidrológicos, a partir da integração das gestões hídricas em nível de bacia hidrográfica e de áreas urbanas. A cidade necessariamente deveria vir acompanhada de medidas arquitetônicas no mínimo adaptativas para conviver com as inundações se ocuparam áreas reconhecidamente vulneráveis, bem como meios de diminuir a impermeabilização do solo urbano.

As soluções passam pela engenharia de águas pluviais, mas não se limitam a essa esfera, porque os fatores urbanos de ocupação de espaço não podem ser negligenciados de forma que uma política pública municipal de águas pluviais precisa estar definida, bem como sua articulação com os planos de recursos hídricos. A Figura 5 a seguir demonstra o conjunto de elementos que devem ser considerados a partir dos componentes básicos do Plano Diretor de Águas Urbanas.

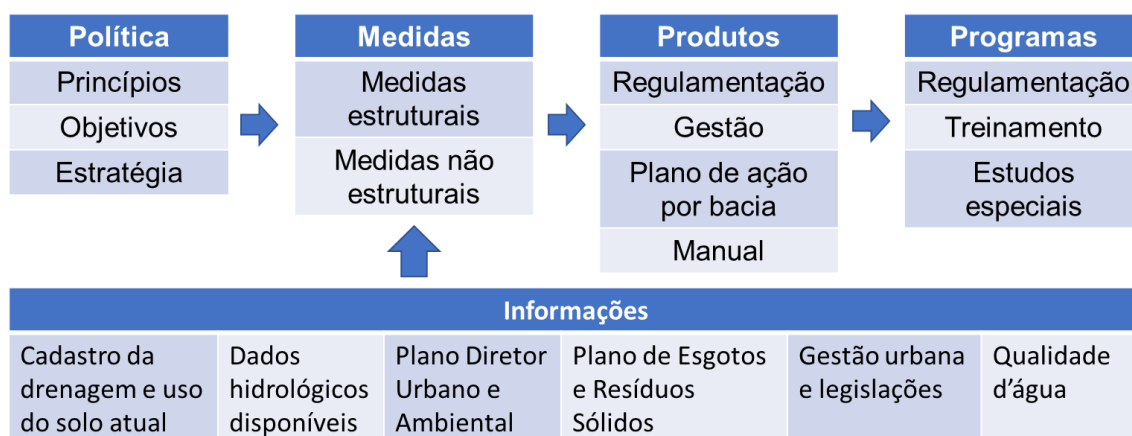


Figura 5 – Componentes Básicos do Plano Diretor de Águas Urbanas
Fonte: Adaptado de (Tucci, 2012).

Nota-se que os componentes básicos apresentados na Figura 5 se estruturam em cinco eixos: Política, Medidas, Produtos, Programas e Informações. A seguir esses elementos são brevemente contextualizados.

A **Política de Águas Pluviais** define o conjunto de objetivos, princípios, metas e estratégias que são estabelecidas para o plano da cidade, articulada com os demais planos municipais de interesse e de acordo com o estabelecido pela legislação vigente no setor.

Em nível de bacia hidrográfica, a política de controle envolve a gestão das inundações ribeirinhas dos rios de médio e grande porte e as definições dos controles que as cidades devem desenvolver na sua gestão.

Em nível municipal ou metropolitano, essa política de gestão integra os serviços de saneamento ambiental e que envolvem medidas para inundações ribeirinhas e drenagem urbana. Essa gestão é realizada por meio do Plano Diretor de Drenagem

Urbana.

As **Medidas** são parte do prognóstico do Plano, resultado do estudo da situação vigente do manejo de águas urbanas na cidade e questão, denominado diagnóstico, o qual visa identificar os padrões de águas pluviais urbanas e de prestação de serviço e suas principais deficiências, assim sendo possível propor medidas para correção de tais problemas.

As medidas são classificadas em medidas não estruturais e medidas estruturais. As medidas não estruturais utilizam mecanismos legais, prevenção por meio de alerta, seguros e capacitação da população e profissionais. Estas medidas tratam de prevenir ou conviver com as inundações e tem aplicação predominante em áreas ainda não construídas, nas quais são aplicados instrumentos como legislação, fiscalização, controle e mecanismos de incentivos econômicos. São associadas também à estruturação de órgãos gestores do serviço de manejo de águas pluviais.

As medidas estruturais utilizam-se de obras físicas de infraestrutura que visam evitar ou mitigar que as inundações ocorram, como diques, barragens, canalizações, entre outras. Estas medidas exigem maior investimento em comparação às medidas não estruturais e são empregadas em áreas já construídas, priorizando o amortecimento do escoamento na fonte ou na macrodrenagem.

Os **Produtos** são os resultados obtidos das medidas propostas, voltadas à sustentabilidade das águas pluviais na cidade. Estes produtos geralmente são as peças de legislação, os planos de bacias, a definição dos programas e o manual de drenagem urbana que orienta os planejadores e os projetistas da gestão municipal.

Os **Programas** são ações de longo prazo e de natureza contínua, associadas ao manejo de águas pluviais que visam a dar permanência às medidas estruturais e não estruturais e garantir a qualidade da prestação do serviço ao longo do horizonte de planejamento.

As **Informações** correspondem à base de conhecimento que permite o desenvolvimento de todas as atividades mencionadas, e são de fundamental importância para guiar o desenvolvimento dos Planos e garantir aderência das proposições à realidade local. Esta base de informações se fundamenta principalmente nos seguintes elementos:

- Dados hidrológicos: caracterizam o comportamento dos eventos chuvosos na cidade e região imediata e da qualidade da água dos corpos hídricos.
- Dados de qualidade da água: fornecem elementos que orientarão medidas de recuperação da qualidade dos corpos hídricos urbanos. Devem ser coletados de modo a caracterizar as cargas difusas e as vazões de tempo seco.
- Dados geomorfológico e de uso do solo: caracterizam o ambiente natural como relevo, geometria dos rios naturais, geologia, vegetação, capacidade de infiltração e tipo de solo, entre outros. Também representa o sistema urbano, definido pela ocupação do espaço pela população, sua impermeabilização e

os condutos pluviais. Este último aspecto é abordado no item seguinte como cadastro técnico da rede pluvial natural e construída.

- Legislação relacionada aos sistemas de saneamento básico, sua infraestrutura e gerenciamento, ao controle de saúde e vetores, uso do solo urbano e sistema de transporte urbano.

Poucas são as cidades brasileiras que contam com um plano com visão sustentável, evitando a transferência de impactos a jusante e com medidas não estruturais de longo prazo, incluindo medidas para a melhoria da qualidade das águas dos corpos hídricos urbanos. Os benefícios diretos de investimentos na redução de prejuízos econômicos na drenagem são claros e manifestos, sem considerar os benefícios sociais e ambientais. A questão essencial da gestão reside no adequado arranjo institucional.

A RMGV possui avanço técnico-institucional em relação a outras zonas urbanas brasileiras, contando com diversos instrumentos de planejamento existentes e em vigência, conforme apresentado e detalhado no Produto 5, Diagnóstico de Medidas Não Estruturais. A nível estadual, o Espírito Santo possui Planos de Recursos Hídricos para suas principais bacias hidrográficas, Plano Estadual de Recursos Hídricos e outros Planos de relevância para as águas pluviais urbanas e saneamento básico, articulados com diversos Planos de nível municipal, como Planos Municipais de Saneamento Básico, os quais todos os municípios da RMGV possuem, Planos Municipais de Redução de Riscos, relacionados a enchentes e deslizamentos, e Planos Diretores de Drenagem Urbana de Vila Velha e Vitória.

No entanto, a falta de integração desses dois níveis de gestão, urbana e bacia hidrográfica, é uma das principais deficiências existentes quanto aos recursos hídricos, as quais levam a todo tipo de prejuízo material e dano social. A gestão hídrica externa e interna à cidade deve ser articulada de maneira a mitigar os danos causados por eventos chuvosos cada vez mais extremos e ainda preservar a qualidade das águas. Não se pode distanciar as águas pluviais também dos seus aspectos qualitativos. Para atingir esse objetivo de articulação dos diferentes níveis de gestão das águas pluviais, os principais instrumentos de gestão são os Planos Estaduais de Recursos Hídricos, o Plano de Bacia, Plano Diretor de Drenagem Urbana e Plano Municipal de Saneamento Básico.

Dentre as diretrizes estabelecidas pelo atual Marco Regulatório do Saneamento, está a elaboração do Plano Municipal de Saneamento Básico, o qual envolve os quatro eixos do saneamento, dentre os quais a “drenagem e manejo de águas pluviais que compreende transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas da área urbana”. A lei especifica que o PMSB é obrigatório e de responsabilidade do titular dos serviços, o município, e que as condições de validade dos contratos de concessão estão sujeitas à existência do plano principalmente para os componentes água e esgotos. É previsto ainda que os planos por componente possam ser desenvolvidos de forma independente, mas a consolidação é de responsabilidade do titular, mas deve ser

compatibilizado com os planos de bacias no qual as cidades estão inseridas. A coerência entre Plano de Bacia e PMSB é indispensável.

Além do PMSB, o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) é outro importante instrumento específico para gestão das águas pluviais nas cidades. Este plano deve ser desenvolvido com interfaces com os outros planos da cidade, como o PMSB e o Plano de Diretor Urbano. É importante frisar que o PDDU deve ser encarado como um documento detalhado de planejamento que integre um conjunto de medidas estruturais e não estruturais previstas, não apenas como um plano de obras, como é corriqueiro em muitas cidades brasileiras. Entre as diretrizes que podem ter maior efeito no combate aos efeitos adversos causados por eventos chuvosos, destacam-se a integração e a articulação da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental, planejamento regional, estadual e nacional e uso e ocupação do solo.

Figura 5O PDDU vai além do planejamento previsto no componente águas pluviais do PMSB, porque detalha e orça as ações previstas como projetos, estruturas e medidas não estruturais. Especifica ainda quando deveriam ser implantadas dentro do prazo do estudo, sempre com o objetivo de fornecer um serviço urbanos de manejo de águas pluviais adequado, dirimindo danos e impactos à população, ao ambiente e às suas atividades econômicas, além de beneficiar a saúde pública.

3.2 Cadastro Técnico e Sistemas de Informação

Em virtude das alterações do ambiente urbano e seus impactos no manejo de águas pluviais, a eficiente gestão municipal necessita de monitoramento constante dos elementos e condições do sistema de drenagem e da cidade. Assim, o emprego de ferramentas que ilustrem o comportamento do ambiente urbano é um fator essencial para o planejamento e execução de medidas, monitoramento das condições urbanas e avaliação do resultado de programas, projetos e ações. Uma dessas ferramentas de apoio à gestão do serviço de águas pluviais urbanas é um Sistema de Informações consolidado e atualizável perenemente. Somente se pode gerir aquilo que se conhece e o componente águas pluviais, entre os quatro componentes do saneamento básico, é o mais deficiente quanto aos registros de suas estruturas e medidas não estruturais. Ter informações consistidas num banco de dados dedicado é fundamental para a gestão das águas pluviais urbanas e seu contínuo avanço e aprimoramento.

O Sistema de Informações apoia-se em um banco de dados que contém informações de caráter operacional, gerencial, financeiro e de qualidade sobre a prestação de um serviço, sendo de fundamental importância para a gestão e apoio à tomada de decisões sobre serviços públicos em zonas urbanas.

A referência nacional nessa área é o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), gerado e administrado pelo Ministério do Desenvolvimento Regional, com uma robusta série histórica de abrangência nacional, desde 1995, com informações sobre abastecimento de água e esgotamento sanitário. Desde 2015, o SNIS passou a coletar dados e divulgar um diagnóstico dos serviços municipais de

drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (SNIS-AP).

Os municípios da RMGV têm participado consistentemente do SNIS-AP e contam com essa fonte de informações e monitoramento da condição de seus serviços de manejo de águas pluviais. Entretanto, é de grande importância para as gestões municipais e regional contar com um Sistema de Informações sobre Águas Pluviais (SISAP).

Neste item, é apresentada uma proposta de formulação de Sistema de Informações sobre Águas Pluviais (SISAP) com base no modelo elaborado pelo Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo, denominado Sistema de Informações sobre Drenagem (SISDREN) (PMSB, 2012), onde a experiência a respeito do manejo de águas pluviais urbanas amadurece há anos e é utilizada como referência neste produto. A estruturação do SISAP da RMGV pode, entretanto, ser feita de outras maneiras, agregando experiências próprias e novas referências desenvolvidas ao longo dos trabalhos.

O SISAP demanda, por natureza, uma estrutura arrojada para sustentar as tipologias variadas de dados armazenados e visualizados, e garantir sua interface com outros sistemas. É possível identificar como módulos fundamentais que compõem o SISAP:

- a) **Módulo de Gerenciamento de Acesso:** responsável pelo cadastramento e gerenciamento de usuários, perfis e senhas para acesso ao SISAP;
- b) **Módulo de Entrada de Dados:** responsável pela entrada e edição de todas as informações armazenadas no banco de dados espaciais do SISAP e utilizadas pelos demais módulos do sistema. As principais funcionalidades que compõem a operação desse módulo se resumem a:
 - o Inserção, alteração e exclusão de dados, incluindo geometria (vetores dos dados geográficos);
 - o Importação dos dados de drenagem a partir de outros formatos;
 - o Exportação dos dados do SISAP para outros formatos de saída;
 - o Georreferenciamento de imagens e de “scan maps” (mapas escaneados);
 - o Espacialização de dados pontuais a partir de planilhas com pares de coordenadas;
 - o Construção consistente de geometria;
 - o Criação, edição e validação de regras topológicas;
 - o Inclusão de plantas e outros documentos ligados à drenagem no banco de dados;
 - o Formulários customizados para a inserção e alteração de dados alfanuméricos;

- o Controle de qualidade para a garantia da integridade e da consistência dos dados;
- o Delimitação de sub-bacias hidrográficas e para sua caracterização morfológica, incluindo o uso de Modelos Digitais de Terreno e de outros recursos visuais;
- o Interpretação e classificação visual de imagens de sensores orbitais ou aeroembarcados para geração de camadas/planos de informação representando uso e ocupação do solo e grau de impermeabilização da bacia e dos corpos d'água das bacias;

c) Módulo de Disponibilização de Dados: componente para a visualização e download dos dados do SISAP via web (mapas interativos, tabelas, documentos) de acesso ao público ou controlado.

Os módulos que compõem o SISDREN proposto para o município de São Paulo são apresentados de maneira esquemática na Figura 6 a seguir.

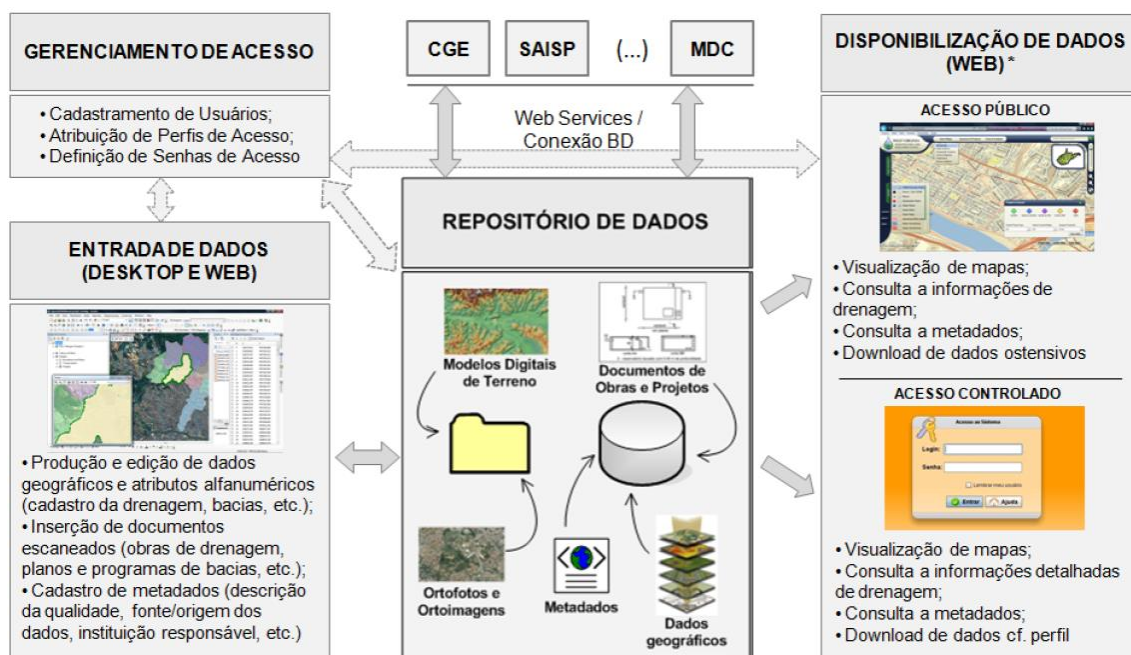


Figura 6 – Visão Geral do SISDREN do município de São Paulo

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Os módulos de entrada de dados e de disponibilização de dados são controlados e autorizados pelo módulo de gerenciamento de acesso e acessam um repositório de dados, composto por um Sistema de Gerenciamento de Banco de Dados Corporativo (SGBD), onde são armazenados dados geográficos vetoriais, metadados e outros documentos diversos, como projetos básicos e executivos de obras, projetos as-built, vistorias, planos e programas de bacias, arquivos de MDT, ortofotos e imagens de sensores aeroembarcados e orbitais.

A inclusão e edição de todos os dados no banco de dados do SISAP é feita em um

computador pessoal através do Módulo de Entrada de Dados. O sistema também pode contemplar recursos para a inclusão de alguns tipos de dados via internet, por exemplo pontos de ocorrências de inundações ou locais de obstrução da rede de drenagem necessitando de limpeza ou manutenção. Dessa maneira, o sistema envolve a população na melhoria da qualidade da informação, munindo o poder público com informações necessárias para a tomada de decisão.

Assim sendo, a articulação entre os órgãos que lidam com as águas pluviais urbanas do município deve considerar como premissa a participação popular via internet como condição básica de implantação do SISAP, o que requer, portanto, o comprometimento dos agentes públicos com a transparência e o acesso à informação.

O módulo de disponibilização de dados, baseado em sítio eletrônico, prevê o acesso público para consulta e visualização dos dados do SISAP e, conforme o detalhe e a sensibilidade de alguns dados, esse acesso poderá ser controlado, requerendo o cadastramento prévio do usuário no módulo de Acesso.

O SISAP também deve disponibilizar seus dados através de geo serviços e web services, beneficiando-se das vantagens da arquitetura orientada a serviços, para facilitar o acesso e a exibição de dados de drenagem por diversos outros sistemas.

A configuração prevista inicialmente para o ambiente de operação do SISAP é exemplificada na Figura 7 a seguir., conforme modelo adotado pelo SISDREN de São Paulo.

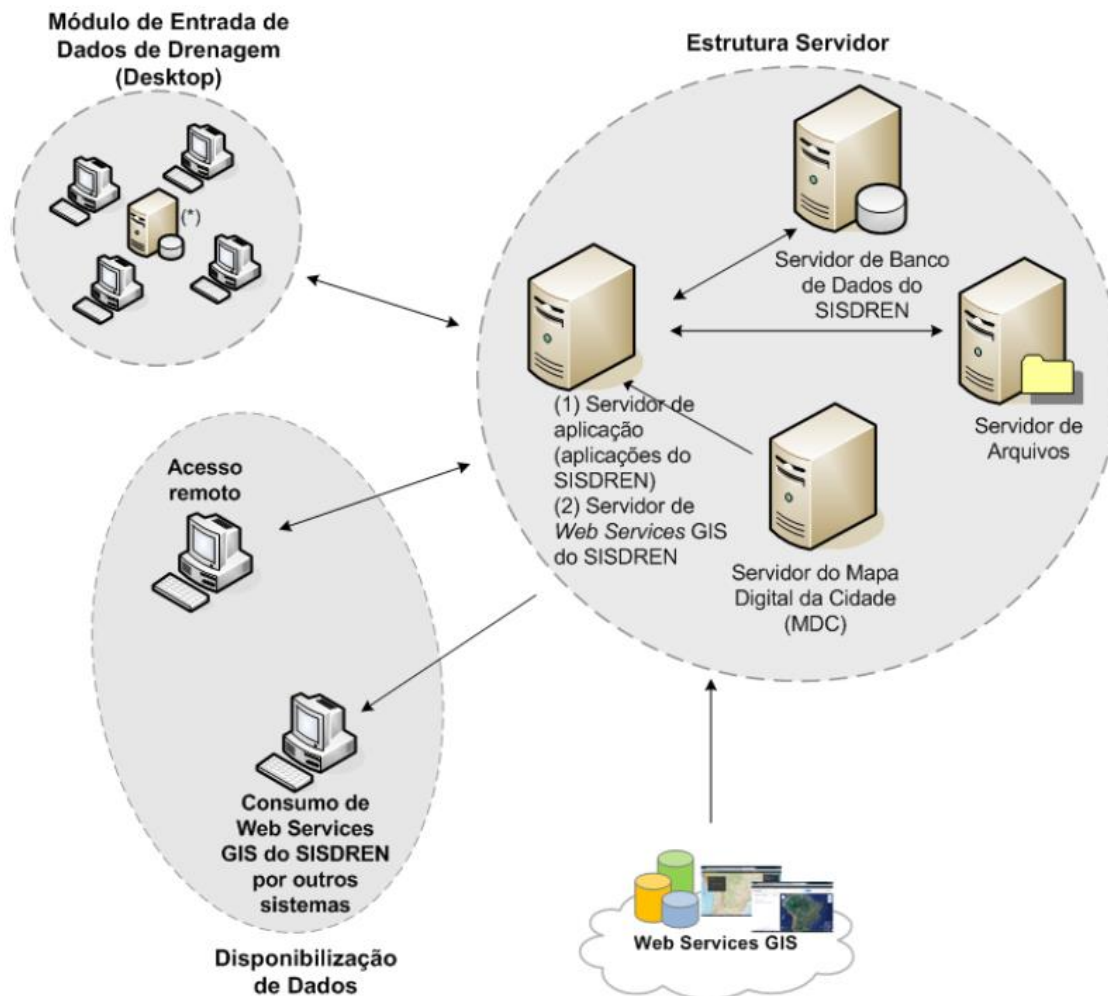


Figura 7 – Configuração prevista do ambiente para o SISAP
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Ressalta-se que as diretrizes técnicas do SISAP aqui apresentadas devem constituir apenas o ponto de partida para o gestor público consolidar a visão e o escopo do sistema. A concepção inicial do SISAP deve atingir nível de amadurecimento suficiente para prosseguir com a contratação de seu projeto e desenvolvimento. O foco inicial, portanto, deve ser consolidar as fases de Modelagem do Negócio e de Especificação dos Requisitos antes de contratar as fases de Projeto, Implementação, Testes, Integração, Implantação e Homologação do sistema.

Deve fazer parte deste Sistema de Informações o cadastro técnico dos componentes do sistema de drenagem, além do programa de manutenção e todos os seus registros como datas, custos de manutenção e outros dados de interesse.

A aplicação de indicadores de desempenho e a operação do SISAP estão vinculados à obtenção de dados e ao monitoramento dos parâmetros a eles intrínsecos. A representatividade dos indicadores está relacionada à confiabilidade dos dados utilizados.

O cadastro técnico do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas é

um elemento importante para a gestão do manejo de águas pluviais e é composto por todos os documentos de projeto e construção do sistema de drenagem, incluindo memoriais descritivos e de cálculo, desenhos e especificações técnicas. Este acervo de informações é de fundamental importância para a gestão do serviço de manejo de águas pluviais urbanas por parte das prefeituras municipais da RMGV e também para o desenvolvimento e operação do SISAP.

É comum nas zonas urbanas brasileiras uma defasagem entre a infraestrutura existente e a infraestrutura cadastrada e registrada nos órgãos da prefeitura. Para tais informações incompletas ou indisponíveis, campanhas de levantamento das informações faltantes devem ser organizado e executado, visando o registro completo de todos os componentes dos sistemas e na consolidação do cadastro técnico.

A principal premissa do cadastro técnico é reproduzir fielmente a estrutura de drenagem existentes, armazenando e disponibilizando os dados de projeto na configuração “as built” das instalações. O cadastro deve ser mantido atualizado, refletindo as modificações e complementações realizadas ao longo da existência do sistema.

Um cadastro completo e com forte aderência à realidade é extremamente valioso para aplicação de ferramentas de modelagem hidráulica-hidrológica, como aquela desenvolvida por este próprio Plano, as quais permitem uma análise apurada das condições locais e um planejamento detalhado, abrangente e costurado para as necessidades dos municípios da RMGV.

Todos os dados e informações coletados devem ser armazenados e tratados em bancos de dados georreferenciados, de modo a permitir fácil interface com o SISAP.

O cadastro técnico do sistema de micro e macrodrenagem deve levantar e arquivar informações mínimas sobre o sistema de macrodrenagem. No produto P9 são apresentadas as especificações dos cadastros técnicos.

Os traçados e principais características das redes existentes devem ser indicados em planta. Deve-se incluir ainda no cadastro a caracterização topológica de reservatórios de amortecimento de cheias, lagos e represas que, de alguma forma, interfiram no regime hidráulico-hidrológico do sistema. Para os estudos de ocupação territorial devem ser utilizadas imagens recentes de satélite, retificadas e georreferenciadas.

Todos os documentos gerados que compõem o cadastro técnico devem ser digitalizados e armazenados em servidores das prefeituras, em seguida introduzidos em um sistema de informações geográficas (SIG) e nos Sistemas de Informações de Águas Pluviais municipais e/ou regionais. Também deve ser prevista a articulação destes documentos, principalmente plantas de projetos ‘as-built’ aos modelos digitais das cidades, em formato dwg por exemplo, de forma a identificar os principais referenciais e agrupar as informações cadastrais de diferentes municípios, permitindo a fácil visualização e operação dos dados.

Para tanto, é recomendada a revisão das informações já existentes nos cadastros técnicos municipais, através de uma campanha extensa de levantamento em campo, buscando verificar a consistência dos dados em arquivo.

O sistema também pode incluir indicadores e dashboards de consulta rápida mostrando a situação atual do sistema, auxiliando diretamente na operação. Além disso, a composição deste banco de dados favorece o preenchimento dos questionários do SNIS, de responsabilidade do município, compondo uma série histórica de informações e indicadores que auxilia na formulação de políticas públicas além de servir como mecanismo de transparência de informações. Outra possibilidade de aperfeiçoamento dessa ferramenta é sua relação com as ferramentas de gestão de risco, como os mecanismos de alerta em caso de eventos extremos.

É importante frisar a importância da integração e articulação dos cadastros técnicos entre as diferentes gestões municipais da RMGV. Os trabalhos de cadastramento de cada município devem seguir as mesmas diretrizes, com objetivo de evitar imprecisões decorrentes de diferentes referenciais utilizados nos levantamentos, o que pode provocar descontinuidade nos dados planialtimétricos na rede e prejudicar a compreensão e visualização do sistema como uma entidade integral.

Propõe-se a institucionalização regional das atividades de cadastro, que envolve uma articulação das prefeituras municipais, com atribuições bem definidas dos participantes envolvidos. A institucionalização prevê a atribuição legal do cadastro do sistema de drenagem a uma organização institucional que agrupe todas as informações relacionadas à rede de drenagem. Todos os cadastros deverão seguir as referências da mesma base georreferenciada.

A articulação das secretarias e departamentos de cada município da RMGV com atuação nas águas pluviais urbanas é fundamental para a adequada organização institucional, pois cada órgão possui informações distintas importantes para o planejamento e gestão do serviço e o desenvolvimento de uma rede de informações. Esta organização deverá ser atuante e com autoridade de regular e determinar as diretrizes necessárias ao bom funcionamento do cadastro. O SISAP também pode integrar as informações produzidas pelos sistemas de monitoramento da ANA e do CEMADEN.

Uma experiência existente e interessante que pode embasar o SISAP da RMGV é o Geobases, o sistema integrado de informações georreferenciadas do Espírito Santo. É um sistema similar àquele proposto neste item, com informações mais amplas em escopo a respeito do estado do Espírito Santo, como topografia, imagens aéreas, divisões político-administrativas, e informações físicas.

O Geobases funciona via web, focado nos princípios de compartilhamento, transparência e colaboração das informações. Está estruturado na forma de um portal de acesso às bases de dados provenientes das mais diversas fontes, dando suporte ao planejamento e ao ordenamento territorial, à tomada de decisões estratégicas, à produção de indicadores para o acompanhamento da execução destas políticas e da

eficácia dos instrumentos de planejamento, dentre outras ações. É uma experiência existente e consolidada no Espírito Santo, a qual pode referenciar o desenvolvimento do SISAP da RMGV.

Em suma, a constituição de uma base de informações que permita atualização permanente é essencial para planejar e projetar soluções efetivas, compondo um ciclo onde as informações alimentam o planejamento e projetos que resultam em obras e outras soluções que, por sua vez, compõem a base de informações atualizada. Entretanto, não basta ter as obras e estruturas hidráulicas caso não se conte com a operação e a manutenção adequadas.

3.3 Manutenção e Operação

Alguns dos principais problemas relacionados ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas resultam da falta de manutenção, como obstrução de galerias, assoreamento da calha dos corpos receptores ou mau funcionamento das estruturas de armazenamento. Um serviço de operação e manutenção é de vital importância para uma efetiva gestão das águas pluviais urbanas dos municípios da Região Metropolitana de Vitória.

Ao se discutir DMAPU, é importante ressaltar duas diferenças básicas desse tipo de infraestrutura urbana em relação às demais, as quais norteiam o desenvolvimento do serviço de manutenção:

- Independentemente da existência ou não das estruturas de drenagem, o escoamento das águas pluviais acontece. As águas pluviais ocupam os espaços que lhe são disponíveis e percorrem a malha urbana pelo trajeto que estiver livre, seja este adequado e suficiente ou não. Em suma, a água é um ator natural na disputa pelo espaço urbano e é uma ilusão acreditar que não voltará a ocupar os lugares por onde historicamente já passou.
- A solicitação do sistema de drenagem não é permanente, estando restrita apenas aos dias chuvosos. Portanto, o sistema de drenagem passa a maior parte do tempo ocioso, entretanto deve estar sempre preparado para entrar em operação. A ociosidade é uma ilusão, porque não há controle sobre quando as águas das chuvas o ocuparão; o máximo que se consegue é efetuar previsões que tendem a ser menos confiáveis pela ocorrência cada vez mais frequente e inesperada de eventos extremos. Logo manter as estruturas hidráulicas limpas, reparadas e disponíveis é uma necessidade para a qualidade de vida urbana.

A operação e manutenção do sistema de drenagem inicial prevê a implantação de um controle operacional centralizado com atuação em tempo real. Esse sistema depende da instalação de dispositivos que permitam o monitoramento e a regulagem do seu funcionamento em tempo real, como sensores, reguladores, unidades de controle e transdutores.

Este controle consiste na execução de comandos sobre partes móveis do sistema, segundo condições pré-definidas, que utilizam como entrada as características do sistema de drenagem e o evento chuvoso em andamento.

O serviço de manutenção tem por finalidade manter o nível pré-definido de operação do sistema de drenagem, reduzindo os riscos de falha e consequentes riscos de inundação e poluição hídrica na sua área de influência.

A operação e manutenção compreende uma série de atividades e rotinas praticadas por profissionais especializados, em conjunto com a implantação e operação do SISAP. Três são as práticas básicas de manutenção:

- **Manutenção corretiva:** caracterizada como intervenções realizadas após a ocorrência de falhas do sistema ou após seu funcionamento;
- **Manutenção preventiva:** intervenções programadas cujo objetivo é manter a disponibilidade do sistema de drenagem para quando for demandado. Reflete-se principalmente em atividades de limpeza das estruturas, propensas a acumular resíduos sólidos, terra e vegetação, além do eventual reparo.
- **Manutenção preditiva:** objetiva garantir a qualidade desejada do funcionamento do sistema de drenagem, por meio de análises e supervisões sistemáticas do sistema, visando diminuir as manutenções corretiva e preventiva. A manutenção preditiva é uma técnica de gerenciamento da manutenção.

As ferramentas típicas que compõem um sistema de manutenção incluem, acompanhamento e inspeção de cada parte do sistema, rotinas e procedimentos de controle e fichas de cadastro histórico de manutenção. Apresenta-se a seguir um modelo de ficha em questão (Tabela 1).

Tabela 1 – Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção

Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção		
Identificação/Localização:	Data:	
Estrutura/Código:	Localidade:	
Cursos d'água:	Bacia:	
Coordenadas GPS		
Latitude:	Longitude:	Altitude:
Tipo de material da estrutura:		
Componentes/Equipamentos:		
Administração		
<input type="checkbox"/> Concessão <input type="checkbox"/> Município <input type="checkbox"/> Outros Nome (para o caso de concessão/Outros):		
Elementos do Sistema de Drenagem		
Galerias:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Canais:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Bocas de Lobo:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Ramais:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Poços de Visita:	<input type="checkbox"/> Sim	<input type="checkbox"/> Não
Dimensões		
Extensão (m):		
Largura (m):		
Diâmetro (m):		
Comentários Gerais		
a) Condições de estabilidade: <input type="checkbox"/> Boa <input type="checkbox"/> Sofrível <input type="checkbox"/> Precária		
b) Inspeção especializada necessária? <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
c) Ocorrência de acidentes: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
d) Seção da vazão adequada: <input type="checkbox"/> Sim <input type="checkbox"/> Não		
Observações Adicionais		

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

3.3.1 Plano de Manutenção

O Plano de Manutenção é um instrumento de planejamento que prevê uma série de atividades fundamentais para a efetivação dos serviços de manutenção. Seu conteúdo desenvolve atividades que buscam a preservação do desempenho, da segurança e da confiabilidade dos componentes do sistema de drenagem, de forma

a prolongar a sua vida útil e reduzir os custos de manutenção. Este documento deve abordar alguns pontos essenciais:

- Organização da área de manutenção;
- Arquivo técnico e cadastro dos componentes do sistema de drenagem;
- Programa de manutenção.

A gestão do sistema de manutenção deve compreender o cadastro técnico dos componentes do sistema de águas pluviais e a elaboração do programa de manutenção. O desenvolvimento do programa de manutenção deve ser compatível com o porte e complexidade do sistema de drenagem de cada município.

O cadastro técnico em questão é composto por todos os documentos de projeto de construção do sistema de drenagem, incluindo memoriais descritivos e de cálculo, desenhos e especificações técnicas, devendo estar sempre atualizado e refletindo todas as modificações e complementações realizadas ao longo da vida útil do sistema de drenagem, sendo parte das informações cadastradas e mantidas como parte do SISAP, descrito no item 3.2.

A gestão do Sistema de Manutenção deve se apoiar no SISAP, utilizado o gerenciamento de dados e informações pertinentes às atividades de manutenção.

O Plano de Manutenção deve ser elaborado considerando suas funções básicas: **Gerenciar, Planejar, Programar, Executar, Controlar e Inspeccionar**. Cada uma dessas funções tem suas principais atividades listadas a seguir.

Gerenciar

- Estabelecer políticas de manutenção e elaborar plano estratégico global da manutenção;
- Estabelecer diretrizes, metas, prioridades e níveis de eficiência esperados;
- Estabelecer central de atendimento à população;
- Avaliar desempenho e propor ajustes para garantir a melhoria do desempenho do sistema;
- Garantir e apresentar resultados estabelecidos no planejamento;
- Fazer cumprir normas e procedimentos do programa de manutenção.

Planejar

- Estabelecer metas de trabalho para o período;
- Elaborar o plano de trabalho para atendimento das metas estabelecidas;
- Identificar os serviços passíveis de planejamento;
- Estabelecer métodos e procedimentos de planejamento;
- Definir sequências e períodos de intervenção;
- Definir parâmetros de gestão da manutenção;
- Propor métodos, parâmetros e orientações para elaboração da programação;
- Promover melhoria contínua os processos e métodos de planejamento.

Programar

- Programar os serviços de manutenção;
- Elaborar relação de serviços a executar
- Estabelecer priorização de alocação de recursos;

Executar

- Executar os serviços programados, cumprindo normas, procedimentos e rotinas de manutenção;
- Viabilizar e alocar recursos para execução dos serviços;
- Garantir a qualidade de execução dos serviços;
- Analisar a necessidade de troca ou substituição dos componentes do sistema de drenagem;
- Registrar dados técnicos de execução;
- Detectar e analisar a origem de eventuais falhas ou defeitos;
- Emitir as ordens de manutenção não programadas.

Controle da Manutenção

- Manter acervo técnico atualizado;
- Analisar dados de manutenção;
- Apresentar relatórios operacionais e gerenciais de manutenção;
- Divulgar indicadores de desempenho do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais, subsidiando o SISAP.

Inspeccionar

- Realizar inspeção, identificando falhas e defeitos e comunicar à execução;
- Definir necessidades de intervenção;
- Subsidiar estudos de desempenho e confiabilidade de equipamentos com informações quantitativas.

É importante destacar que uma das diretrizes a serem seguidas pelo Plano de Manutenção é a melhoria contínua, ou seja, os procedimentos e rotinas devem ser avaliados e ajustados ao longo do tempo, de modo a permanecerem atualizados e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do sistema de manutenção.

3.3.2 Procedimentos e Rotinas

Este item apresenta as principais atividades do Plano de Manutenção, estabelecendo diretrizes gerais aplicáveis aos serviços de manutenção do sistema de drenagem urbana por cada município da RMGV.

As principais atividades de execução que os serviços de manutenção abrangem são inspeção, limpeza e reparos dos componentes do sistema de drenagem, a serem executadas de acordo com o Plano de Manutenção, baseado em rotinas e procedimentos periodicamente aplicados nos equipamentos do sistema. Em seguida, é abordada a atividade de fiscalização de serviços de manutenção,

estabelecendo suas diretrizes gerais.

a) Inspeção

É de grande importância manter uma rigorosa rotina de vistorias periódicas, com objetivo de identificar possíveis demandas por reparos e manutenção preventiva dos diferentes elementos do sistema de drenagem.

A Tabela 2 a seguir apresenta rotinas e frequências para as inspeções de cada componente do sistema de drenagem, conforme apontado pela Prefeitura de São Paulo (2012)

Tabela 2 – Procedimento de inspeção para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
Sarjetas	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios.	60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	60 dias
Bocas de lobo, bueiros, galerias e canais abertos e fechados	Inspecionar os pontos de acesso bem como a superfície na área dos pontos de acesso. Atenção especial deve ser dada aos danos ou bloqueios	60 dias
	Inspecionar revestimento das estruturas para determinar quaisquer danos e deteriorações.	60 dias
	Procurar por obstruções causadas por acúmulo de resíduos e sedimentos.	60 dias
Reservatórios de armazenamento	Inspecionar o revestimento do reservatório para determinar quaisquer danos e deteriorações.	Em estiagens: 30 dias Em período chuvoso: 15 dias ou após evento chuvoso.
	Verificar se ocorre acúmulo de detritos ou decomposição anaeróbia no reservatório.	Em estiagens: 30 dias Em período chuvoso: 15 dias ou após evento chuvoso.
	No caso de reservatórios de retenção, verificar se ocorre proliferação de algas.	Em estiagens: 30 dias Em período chuvoso: 15 dias ou após evento chuvoso.
	Inspecionar grades de retenção de resíduos para garantir que elas estão livres de detritos e lixo.	Em estiagens: 30 dias Em período chuvoso: 15 dias ou após evento chuvoso.

Estrutura	Rotina	Frequência mínima
	Inspecionar estruturas de controle, equipamentos hidromecânicos (válvulas, registros, comportas, stop-logs ou outros existentes).	Em estiagens: 60 dias Em período chuvoso: Sempre que houver alguma manobra (enchimento ou esvaziamento)
	Inspecionar os equipamentos eletromecânicos existentes no reservatório (bombas, quadros de comando, chaves de acionamento, sensores de monitoramento).	Em estiagem: 60 dias. Em período chuvoso: após ocorrer alguma operação no reservatório.
Equipamentos eletromecânicos	Inspecionar mensalmente, nos períodos de estiagem, bombas hidráulicas, registros, motores elétricos, quadros de comando e chaves de acionamento, bem como outros elementos existentes na casa de bombas (sensores de monitoramento, iluminação etc.).	Em estiagem: 30 dias. Em período chuvoso: 15 dias ou após evento chuvoso em que se observar alagamento na área de controle dos equipamentos hidromecânicos.

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Locais com histórico de alagamentos ou inundações frequentes e que afetam quantidade considerável de pessoas requerem inspeções com frequência acima da média.

As inspeções de campo efetuadas por técnicos da prefeitura devem se apoiar em fichas técnicas padronizadas preenchidas na ocasião da visita, posteriormente registradas no arquivo técnico e no SISAP. As fichas podem e devem ser adaptadas por cada gestão municipal para suas necessidades locais, entretanto, ressalta-se a importância da padronização do levantamento de informações e das atividades de inspeção e preenchimento das fichas técnicas de inspeção e manutenção. A adoção de diretrizes e procedimentos comuns entre as equipes técnicas dos municípios permite uma integração e interoperabilidade muito benéfica à gestão pública, ao facilitar a operação do SISAP e do cadastro técnico e ao manter um histórico acessível de operação e manutenção do sistema de drenagem.

Considerando esse princípio de padronização de levantamento de informações, apresenta-se a seguir exemplos de fichas de inspeção padronizadas de dispositivos de microdrenagem e reservatórios (Tabela 3 e Tabela 4). Essas fichas são utilizadas pela ADASA no Distrito Federal e devem ser adaptadas para o contexto da RMGV.

Tabela 3 – Modelo sugerido para ficha de inspeção de dispositivos de Microdrenagem

Data		Horário chegada		Horário Saída	
LOCALIZAÇÃO					
Unidade Hidrográfica		Corpo Hídrico Receptor			

Endereço		Região Administrativa	
Coordenadas	N:	E:	
Chuvvas no Momento da Vistoria		Chuvvas nas Últimas 12 horas	
Sim	Não	Sim	Não
COMPONENTE DE MICRODRENAGEM			
Boca de lobo		Trincheira de infiltração	
Abertura nas guias padrão DER		Vala de infiltração	
Conduto de ligação		Poço de infiltração	
Poço de visita		Faixa gramada	
Bueiro		Microrreservatório subterrâneo	
Rede		Microrreservatório aberto	
Galeria de diâmetro < 1.000mm		Reservatório subterrâneo linear	
Canal		Outro - especifique:	
Pavimento permeável			
CONDIÇÃO DA ÁREA DO ENTORNO (S = SIM; N = NÃO)			
Item			Sim / Não
Alagada ou inundada no momento da inspeção			
Alagada ou inundada na última chuva			
Ocorrência de erosão			
Ocorrência de recalques			
Presença de resíduos sólidos			
Presença de vegetação eu necessita de poda ou capina			
Outras condições relevantes - explicar			
CONDIÇÃO DO DISPISITIVO (S = Sim; N = Não. NA = Não se aplica)			
Item			S/N/NA
Vestígio de erosão			
Presença de sedimentos			
Presença de resíduos sólidos (lixo)			
Presença de esgotos			
Dispositivo sem tampa			
Dispositivo com tampa danificada			
Dispositivo sem grelha			
Dispositivo com grelha danificada			
Deformação			

Fissuras	
Presença de vegetação invasora	
Vestígio de transbordamento ou vertimentos	
Sinais de danos ou desgaste	
Sinais de colmatação (no caso de dispositivo de infiltração)	
Obstrução parcial do sistema de descarga	
Obstrução total do sistema de descarga	
Obstrução da entrada	
Acúmulo de resíduos nas grelhas de entrada (no caso de reservatórios)	
Presença de insetos ou larvas ou animais mortos	
Nível de sedimentos na caixa de areia - medido a partir do fundo (cm)	
Nível de água no interior do dispositivo - medido a partir do fundo (cm)	
Outras ocorrências:	

Fonte: (ADASA, 2018).

Tabela 4 – Modelo sugerido para ficha de inspeção de RESERVATÓRIOS

Data		Horário chegada		Horário Saída	
LOCALIZAÇÃO					
Unidade Hidrográfica		Corpo Hídrico Receptor			
Endereço		Região Administrativa			
Coordenadas		N:	E:		
Chuvas no Momento da Vistoria			Chuvas nas Últimas 12 horas		
Sim		Não		Sim	
TIPO DE RESERVATÓRIO - APRESENTAR CROQUIS EM FOLHA ANEXA					
Reservatório de quantidade		Quantidade de células (bacias)			
Reservatório de qualidade		Outro tipo - especificar:			
Reservatório de quantidade e qualidade					
DISSIPADOR DE ENERGIA?			Sim	Não	
Se sim, especificar o tipo:					
TALUDES					
Revestidos com vegetação		Solo exposto sem vegetação			
Revestidos de concreto		Gabião			
Outro tipo - Especificar:					

CONDIÇÃO DA ÁREA DO ENTORNO (S = SIM; N = NÃO)	
Item	Sim / Não
Alagada ou inundada no momento da inspeção	
Alagada ou inundada na última chuva	
Ocorrência de erosão no entorno ou a jusante do lançamento	
Ocorrência de recalques	
Presença de resíduos sólidos	
Presença de vegetação eu necessita de poda ou capina	
Outras condições relevantes - explicar	
CONDIÇÃO DO RESERVATÓRIO (S = Sim; N = Não. NA = Não se aplica)	
ENTRADA	S/N/NA
Presença de sedimentos	
Presença de resíduos sólidos (lixo)	
Sinais de erosão	
Presença de esgotos	
Presenças de óleos e graxas	
Sinais de colmatação de gabiões	
Deformação	
Fissuras	
Presença de vegetação invasora	
Vestígio de transbordamento	
Sinais de danos ou desgaste	
Presença de insetos ou larvas ou animais mortos	
Nível de sedimentos na caixa de areia - medido a partir do fundo (cm)	
Nível de água no interior do dispositivo - medido a partir do fundo (cm)	
CONDIÇÃO DO RESERVATÓRIO (S = Sim; N = Não. NA = Não se aplica)	
CÉLULAS	S/N/NA
Presença de sedimentos	
Presença de resíduos sólidos (lixo)	
Sinais de erosão	
Presença de esgotos	
Presenças de óleos e graxas	
Sinais de colmatação de gabiões	
Deformação	
Fissuras	
Presença de vegetação invasora	
Vestígio de transbordamento	

Sinais de danos ou desgaste	
Presença de insetos ou larvas ou animais mortos	
Nível de sedimentos na caixa de areia - medido a partir do fundo (cm)	
Nível de água no interior do dispositivo - medido a partir do fundo (cm)	
CONDIÇÃO DO RESERVATÓRIO (S = Sim; N = Não. NA = Não se aplica)	
SAÍDA	S/N/NA
Presença de sedimentos	
Presença de resíduos sólidos (lixo)	
Sinais de erosão nas estruturas de descarga	
Sinais de erosão a jusante das estruturas de descarga	
Presença de esgotos	
Presenças de óleos e graxas	
Sinais de colmatação de gabiões	
Deformação	
Fissuras	
Presença de vegetação invasora	
Vestígio de transbordamento	
Sinais de danos ou desgaste	
Presença de insetos ou larvas ou animais mortos	
Nível de sedimentos na caixa de areia - medido a partir do fundo (cm)	
Nível de água no interior do dispositivo - medido a partir do fundo (cm)	
OUTRAS OCORRÊNCIAS	
ESPECIFICAR:	

Fonte: (ADASA, 2018).

b) Limpeza

A manutenção preventiva do sistema de drenagem se reflete principalmente em atividades de limpeza e desobstrução da infraestrutura, as quais devem ser executadas com periodicidade diferenciada de acordo com períodos secos e chuvosos. Idealmente, para evitar sobrecarga do sistema de drenagem, este deve estar completamente livre de obstruções antes do início da estação chuvosa.

Os elementos estruturais de drenagem estão naturalmente suscetíveis a acumular resíduos sólidos após chuvas. As águas pluviais carregam os resíduos urbanos e ocupam juntos os espaços urbanos disponíveis, no caso as estruturas de drenagem. Além da limpeza das dessas estruturas, a manutenção preventiva envolve, por consequência, varrição superficial, limpeza urbana e a articulação entre os serviços municipais de manejo de águas pluviais urbanas e manejo de resíduos sólidos.

Às prefeituras municipais da RMGV fica a atribuição de fiscalização dos serviços contratados, como a fiscalização da varrição, raspagem de sarjetas, pintura das guias, limpeza de bocas de lobo e lavagem de espaços públicos.

Além da limpeza varrição superficial, é necessário estabelecer uma rotina de limpeza e desobstrução da rede de drenagem que eventualmente junte certa quantidade de resíduos sólidos, areia, terra ou vegetação. A Tabela 5 a seguir indica rotinas e frequências mínimas sugeridas para limpeza das estruturas do sistema de drenagem, conforme apontado pela Prefeitura de São Paulo (2012).

Tabela 5 – Procedimento de limpeza para as estruturas do sistema de drenagem

Estrutura	Rotina	Frequência Mínima
Sarjetas	Limpar sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	Diariamente de forma contínua
Bocas de lobo	Limpar manual de sedimentos acumulados e resíduos sólidos ou com uso de equipamentos de sucção.	60 dias , com atenção aos períodos de chuvas
Bueiros	Limpar manual de sedimentos acumulados e resíduos sólidos ou com uso de equipamentos de sucção.	60 dias , com atenção aos períodos de chuvas
Galerias	Limpar manual de sedimentos acumulados e resíduos sólidos ou com uso de equipamentos de sucção.	60 dias , com atenção aos períodos de chuvas
Canais	Limpar manual ou mecânica de sedimentos acumulados e resíduos sólidos.	60 dias , com atenção aos períodos de chuvas
Reservatórios de armazenamento	Limpar sedimentos acumulados, resíduos sólidos e outros detritos acumulados. Remover vegetação e desinfecção da área do reservatório.	30 dias em períodos secos. Em períodos chuvosos, após cada evento de chuva

Fonte: Adaptado de (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Observa-se pela Tabela 5, acima, que a limpeza das estruturas de drenagem deve ocorrer a cada dois meses, possivelmente mais vezes dependendo da solicitação adicional em períodos chuvosos. Essa é uma proposição arrojada e possivelmente inadequada à realidade brasileira, onde o serviço público em geral encontra limitações técnicas e financeiras para providenciar tal frequência ideal.

Para garantir o bom nível do serviço e evitar os prejuízos causados por eventos hidrológicos extremos, a limpeza deve acontecer. Entretanto, a capacidade administrativa de cada município deve ser levada em conta, ou seja, a limpeza será realizada em frequências que podem divergir das preconizadas nos manuais técnicos. Se necessário estabelecer uma prioridade, a limpeza de boca de lobo deve ser feita com a maior frequência possível, por ser justamente o ponto de contato do sistema de drenagem à superfície, mais sujeita ao acúmulo de resíduos.

Limpeza de microdrenagem

A limpeza da **microdrenagem** tem por objetivo principalmente remover resíduos do interior das galerias, dispositivos de inspeção e de coleta. A limpeza pode ser feita de maneira manual, mecânica ou mista.

A **limpeza manual** das estruturas de microdrenagem é executada após abertura cuidadosa dos poços de visita, seguida da remoção dos resíduos de cada poço, seguido pela limpeza do tramo.

Para tubulações com diâmetro maior que 60 cm, é permitida a entrada de pessoal no interior da galeria para realização da limpeza, obedecidas as exigências da norma vigente. Os ramais coletores e bocas de lobo devem receber paralelamente os serviços de limpeza.

Os resíduos removidos são lançados em caçambas estacionárias distribuídas adequadamente para posterior transporte até o bota-fora definitivo.

A limpeza mecânica pode ser feita por:

- Power Rodding;
- Hidrojateamento;
- Método de arraste (Power Bucket);
- Flush Balls;
- Outros.

A limpeza mecânica exige um planejamento prévio, já que normalmente acarreta na interrupção de uma faixa de rolamento da via, exigindo sinalização adequada e desvios de tráfego.

Bocas-de-lobo com retenção de sedimentos

Por estarem diretamente ligadas à superfície e coletarem as águas pluviais, bocas-de-lobo estão altamente suscetíveis ao acúmulo de resíduos sólidos. É possível instalar dispositivos com objetivo de facilitar a manutenção das bocas-de-lobo, concentrando os detritos em um único espaço e evitando sua acumulação ao longo da tubulação. Estas bocas-de-lobo podem ser da forma de poços de retenção ou de filtros, conforme ilustrado na Figura 8 a seguir.

O serviço de manutenção se concentra em remover os resíduos acumulados no poço ou filtro de maneira normalmente manual.

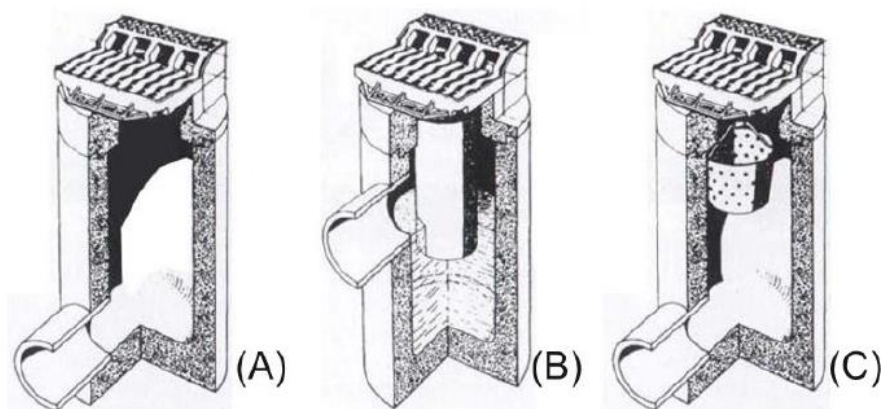


Figura 8 – Boca de lobo usual (A), com poço (B), com filtro (C)
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Portões de Descarga

Esse sistema, que pode ser utilizado em reservatórios de detenção, utiliza água armazenada em tanques para “lavar” o reservatório, apresentando uma eficiência alta.

Os tanques de armazenamento ficam dispostos diretamente no chão, sendo de fácil construção e operação. O sistema basculante que libera a água dos tanques pode ser de operação manual ou mecanizada. A água com sedimentos e detritos deve ser encaminhada para uma estação de tratamento que pode ser conjunta com esgotos sanitários ou exclusiva para águas de primeira chuva. A Figura 9 e Figura 10 trazem ilustrações desse sistema.

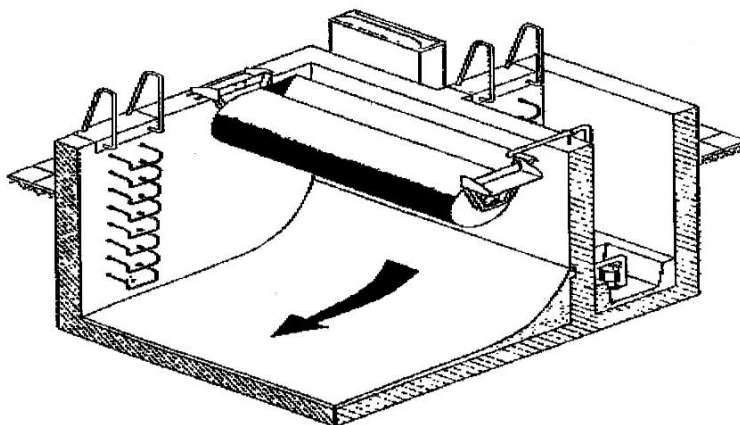


Figura 9 – Portão de Descarga
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).



Figura 10 – Sistema de limpeza automática de águas de primeira chuva da ETE Mancasale, Reggio Emilia, Itália operada pela Iren Emilia S.p.A.

Fonte: L. F. Orsini, 2013.

Limpeza de macrodrenagem

Em relação aos canais de macrodrenagem, a limpeza mecanizada deverá ser priorizada para todas as calhas que permitam acesso de equipamentos. O tipo de equipamento deverá ser compatível com o porte da calha e o nível de assoreamento. Dentre os equipamentos usuais, destacam-se:

- Draga de sucção e recalque;
- Drag line;
- Escavadeira hidráulica;
- Retroescavadeira;
- Balsa para embarque de escavadeira hidráulica;

Em relação à **limpeza manual**, é recomendável para estruturas de macrodrenagem em situações em que os canais que não permite acesso de máquinas às suas margens ou em canais de pequeno porte, cuja escavação exigida não seja superior a 0,50 metro de profundidade. Seguem recomendações básicas sobre a limpeza manual de canais:

- Limpeza feita de jusante para montante. É importante realizar uma inspeção prévia na confluência do canal com o corpo receptor.
- Utilização de equipes formadas por no mínimo 10 profissionais dirigidas por um chefe de equipe cada, distribuídas em frentes de serviços.

- A capina pode ser realizada com o uso de estroenga, no leito, talude e em ambas as margens, em uma faixa de no mínimo três metros.
- Após a capina, segue o destocamento de raízes com uso de enxada.
- Após conclusão dos serviços anteriores, inicia-se a escavação manual com uso de enxadas e pás. A remoção do material do leito do canal para as margens é feita com tombo de pá.
- O material escavado deve ser armazenado em pontos estratégicos para posterior remoção e transporte para o bota-fora definitivo.
- A remoção é feita com carga manual ou mecânica em caminhão basculante, no máximo até 48 horas após a conclusão dos serviços de escavação.

c) Manutenção e reparos

Os procedimentos e rotinas apresentados a seguir são de natureza corretiva, aplicados conforme detectada a necessidade em fase de inspeção, devendo ser continuamente avaliados e ajustados, de modo a permanecerem sempre atualizados e consistentes com as necessidades e experiência adquirida na gestão do serviço de manutenção.

A Tabela 6 adiante indica as rotinas para os reparos das estruturas do sistema de drenagem, a serem realizadas quando verificada a necessidade durante inspeção.

Tabela 6 – Recomendações gerais para manutenção preventiva dos dispositivos de drenagem

Estrutura	Recomendações Gerais e Rotinas
Sarjetas	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento.
Bocas de lobo	Reparar / Substituir tampa, fundo e estrutura danificados ou vandalizados Refazer revestimento.
Bueiros	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados Refazer revestimento.
Redes Tubulares	Reparar / substituir trechos com trincas ou que estejam desalinhados.
Galerias	Reparar / substituir trechos com trincas ou que estejam desalinhados.
Canais	Reparar / substituir revestimento, caso apresente trincas ou recalques acentuados.
Pavimento Permeável	Preencher depressões e fissuras com pavimento convencional, não superando 10% da área total do módulo do pavimento. Em pontos colmatados, realizar perfuração de 1,3cm de diâmetro e espaçados em 30cm. No caso de blocos vazados, replantar grama onde houver falhas.
Trincheiras de	Em caso de colmatação, substituir camada de agregados de

Estrutura	Recomendações Gerais e Rotinas
infiltração	preenchimento e da manta geotêxtil. Se a colmatação ocorre em mais de 50% da altura da trincheira, a substituição deverá ser completa. Sanar o problema de erosão em áreas que contribuem diretamente à trincheira para evitar o ingresso de sedimentos.
Vala de infiltração	Reposição da grama onde há falhas e remoção de vegetação invasora. Sanar o problema de erosão em áreas que contribuem diretamente à trincheira para evitar o ingresso de sedimentos.
Poço de infiltração	Em caso de colmatação, substituir camada de agregados de preenchimento e da manta geotêxtil. Se a colmatação ocorre em mais de 50% da altura da trincheira, a substituição deverá ser completa. Sanar o problema de erosão em áreas que contribuem diretamente à trincheira para evitar o ingresso de sedimentos.
Faixa gramada	Reposição da grama onde há falhas e remoção de vegetação invasora. Sanar o problema de erosão em áreas que contribuem diretamente à trincheira para evitar o ingresso de sedimentos.
Reservatórios de detenção e retenção	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados. Refazer revestimento e reconstruir pontos de erosão de taludes. Reposição da vegetação onde há falhas.
Equipamentos eletromecânicos	Reparar / Substituir elementos danificados ou vandalizados

Fonte: Adaptado de (Prefeitura de São Paulo, 2012) e (ADASA, 2018)

Pela natureza intrusiva dos reparos em redes e outros equipamentos de drenagem em ambiente urbano, há necessidade de articulação do serviço de manutenção com a Engenharia de Tráfego e com as unidades responsáveis pelas vias urbanas, reposição de pavimentação, entre outros. Deve-se adotar duas rotinas dependendo do caso em que a obra se enquadre.

Manutenção programada

Trata-se de ocorrências em linhas de drenagem que carecem de relativa urgência de reparo e não estão, até certo ponto, danificando a pavimentação e, portanto, não estão prejudicando o livre trânsito de veículos, podendo ser reparados em no máximo 72 horas.

A rotina de atendimento nesses casos é a seguinte:

- O serviço recebe o pedido de vistoria no local, estuda-se o problema, analisa-se a urgência, o reparo a fazer e a pista a interromper.
- Avisa-se a engenharia de tráfego para obtenção de autorização.
- Uma vez autorizada pela engenharia de tráfego, dá-se ciência à unidade competente para as providências posteriores.

- Nos dias seguintes, executado o reparo, comunica-se a unidade competente para a reposição do pavimento e remoção dos resíduos.

Manutenção de emergência

Caracteriza-se pela necessidade de interdição da via pública, geralmente provocada por rompimentos ou outras ocorrências severas que impeçam o fluxo de veículos e pessoas. Nestes casos, a rotina de atendimento geralmente se resume a:

- O serviço recebe o pedido depois de confirmada a emergência e desloca as equipes ao local.
- É realizada vistoria no local, com apoio de viatura com rádio comunicação, em constante contato com a chefia.
- São transmitidos do local para a sede os dados relevantes aos órgãos que devem ser avisados, bem como os elementos necessários à alocação dos recursos necessários.
- O reparo é realizado, a linha de drenagem é testada, o aterro é executado e o pavimento é recomposto.
- O serviço segue a rotina prevista para a manutenção programada.

d) Fiscalização

As rotinas de atividades de Fiscalização devem abranger principalmente as seguintes atividades:

- Manter um arquivo completo e atualizado de toda a documentação pertinente aos trabalhos, incluindo o cronograma e relatórios de serviços;
- Analisar o plano de execução a ser apresentado por contratados no início dos trabalhos;
- Solucionar as dúvidas e questões pertinentes à prioridade ou sequência dos serviços em execução, bem como às interferências e interfaces dos serviços a serem executados;
- Solicitar a substituição de materiais e equipamentos que sejam considerados defeituosos, inadequados ou inaplicáveis aos serviços;
- Exercer rigoroso controle sobre o cronograma de execução dos serviços, aprovando os eventuais ajustes que ocorrerem durante o desenvolvimento dos trabalhos;
- Verificar e aprovar os relatórios de execução dos serviços;
- Verificar e aprovar eventuais acréscimos de serviços necessários ao perfeito funcionamento do sistema.

3.3.3 Áreas Prioritárias

O serviço de manutenção do sistema de drenagem urbana deve abranger toda a área urbana e seus elementos estruturais, porém deve manter uma vigilância mais cuidadosa e rigorosa em áreas mais vulneráveis da região metropolitana, aquelas historicamente mais sujeitas a eventos destrutivos em chuvas intensas. Para tanto, é necessário conduzir um mapeamento dessas áreas de risco, localizando-as em cada Região Hidrográfica, segundo critérios técnicos, a exemplo daqueles indicados na Tabela 7 a seguir.

Tabela 7 – Modelo de Ficha de Cadastro Histórico de Manutenção

Indicador de Vulnerabilidade	Fontes de Informação
Pontos críticos de alagamento e inundação: <ul style="list-style-type: none"> • Números de imóveis atingidos; • População atingida; • Prejuízos materiais; • Ocorrência de mortes e doenças de veiculação hídrica; • Interface com a mobilidade; • Frequência. 	<ul style="list-style-type: none"> • Defesa Civil; • Departamento de Trânsito do DF; • Secretaria de Estado de Saúde do DF.
Demandas da população	<ul style="list-style-type: none"> • Central de atendimento do GDF; • Ouvidora da ADASA; • Redes sociais; • Meios de comunicação (imprensa).
Chuvas: <ul style="list-style-type: none"> • Intensidade; • Frequência; • Distribuição espacial. 	<ul style="list-style-type: none"> • Rede de monitoramento hidrometeorológico da ADASA
Qualidade da Água (IQA)	<ul style="list-style-type: none"> • Rede de monitoramento da ADASA • Rede de monitoramento da CAESB
Data da última inspeção	<ul style="list-style-type: none"> • NOVACAP • DER/DF

Fonte: (ADASA, 2018).

Os indicadores acima podem ser quantificados por critérios a serem estabelecidos em comum acordo entre os diversos atores do serviço de drenagem, sejam prestadores, reguladores ou usuários. Ressalta-se que alguns indicadores, como ocorrência de mortes ou surtos de doenças de veiculação hídrica, requerem intervenção imediata.

Existe um mapeamento de áreas de risco geológico em nível nacional conduzido pelo CPRM - Serviço Geológico do Brasil, que pode auxiliar a identificação das áreas de risco da RMGV, o qual desenvolve, em parceria com as Defesas Civas municipais, campanhas de identificação e inclusão em cartografia de áreas classificadas com risco alto a muito alto. A identificação dessas áreas é feita em campo e se baseia na observação das características morfológicas do terreno, na identificação de indícios de instabilidade de taludes e encostas, no histórico de ocorrência dos eventos adversos de natureza geológica e no grau de vulnerabilidade das construções e de

seus moradores.

Os produtos elaborados pelo CPRM envolvem relatórios técnicos e arquivos vetoriais e são disponibilizados aos municípios contemplados, além de alimentarem um banco de dados compartilhado com órgãos governamentais responsáveis pelo monitoramento e alerta de desastres. Segundo o CPRM, os municípios de Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana e Vila Velha possuem áreas de risco mapeadas.

Esta informação pode auxiliar no esforço de priorização das áreas.

3.4 Diretrizes Organizacionais

Os itens 3.1 e 3.2 constituem a base técnica dos serviços que, se são necessários, não são suficientes, porque precisam estar abarcados dentro de um ente com a finalidade de prestá-los adequadamente. Nesta seção são detalhados elementos diretivos para a organização da prestação de serviços de DMAPU. No item 3.4.1, são apresentadas diretrizes para os recursos humanos, pautados a partir do processo de planejamento da força de trabalho (PFT). Em seguida, no item 3.4.2, os recursos materiais necessários para a realização dos serviços estão detalhados. O item 3.4.3, especificamente para o setor de manutenção, é apresentado o exemplo indicado para a Prefeitura de São Paulo e que pode servir de orientação para os municípios da RMGV.

3.4.1 Recursos Humanos

A administração pública enfrenta desafios na área de recursos humanos e que impactam diretamente na prestação dos serviços oferecidos. Esses entraves envolvem aspectos formativos e instrutivos, quantidade de pessoal, regimes de contratação diferenciados, entre outros e podem travar o alcance dos objetivos organizacionais.

A adoção de práticas como o planejamento da força de trabalho (PFT) permitem uma análise ampla das demandas específicas de cada órgão, tanto em termos qualitativos quanto quantitativos. Conforme (Serrano, Franco, Cunha, Iwama, & Guarnieri, 2018), o PFT pode ser definido como: *“parte integrante da gestão de pessoas e informações para garantir que a organização esteja preparada para as duas necessidades atuais e futuras, selecionando as pessoas certas, na quantidade certa, nos lugares e momentos certos ao longo do tempo”*. A Figura 11 a seguir traz quatro perguntas que norteiam esse processo.



Figura 11 – Processo de Planejamento da Força de Trabalho

Fonte: (Serrano, Franco, Cunha, Iwama, & Guarnieri, 2018).

Para o setor da drenagem, a utilização de diretrizes desse tipo de processo favorece a construção de um rol de profissionais que consiga atender as demandas previstas. Este tipo de procedimento pode ser utilizado tanto pelas Prefeituras Municipais quanto pelos órgãos estaduais que atuam direta ou indiretamente com a gestão das águas urbanas. Um exemplo de material existente são os quatro volumes do livro preparado pela Escola Nacional de Administração Pública (ENAP):

- Volume 1 – Dimensionamento na administração pública federal: uma ferramenta do planejamento da força de trabalho;
- Volume 2 – Dimensionamento na administração pública federal: mensuração da capacidade produtiva e análise de tipificação;
- Volume 3 – Dimensionamento na administração pública federal: uma ferramenta da gestão da força de trabalho;
- Volume 4 – Dimensionamento na administração pública federal: possibilidades de aplicação e potencial de alcance;

3.4.2 Recursos Materiais

A operação e manutenção do sistema de drenagem depende de equipamentos que permitem o monitoramento e ativação remota de elementos móveis, como comportas, elevatórias, extravasores etc. Esse controle operacional centralizado, com atuação em tempo real, depende da instalação de dispositivos que permitam o monitoramento e a regulagem do seu funcionamento em tempo real.

Os tipos de equipamentos que compõem um sistema de controle operacional em tempo real são os seguintes:

- **Sensores:** detectam as variáveis cuja medição é necessária para a regulação do sistema, como nível d'água, vazão, qualidade da água, etc.;
- **Reguladores:** modificam o processo hidráulico que se quer regular, caracterizados por bombas, comportas, etc.;
- **unidades de controle:** manobram o regulador de modo a reconduzir a variável do processo ao valor desejado, esse valor pode ser pré-fixado de uma vez por todas, ou pode variar durante o evento, conforme as informações que a unidade de controle recebe das medições locais dos sensores diretamente ligados a ela, ou de uma central de operações;
- **transdutores:** fornecem os dados medidos pelo sensor à unidade de controle e os transmitem ao regulador.

Cada equipe de manutenção deve possuir viaturas tais como caminhão de carroceria fixa e caminhão basculante. A assistência a este setor deverá ser feita direta e permanentemente pela chefia que, para isso, disporá de uma viatura com rádio comunicação.

SISAP

O Sistema de Informações Sobre Águas Pluviais (SISAP), cujo escopo e funcionalidade é apresentado em detalhes no item 3.2, requer equipamentos especializados para desenvolver suas funções. A infraestrutura física interna necessária para garantir o pleno funcionamento do SISAP (hardware, software e rede de comunicação de dados) é elencada na Tabela 8 a seguir.

Tabela 8 – Infraestrutura necessária para funcionamento do SISAP

Item	Características Principais
Sistema Gerenciador de Banco de Dados Corporativo	<ul style="list-style-type: none"> • Suporte a múltiplos acessos simultâneos; • Suporte ao armazenamento e manipulação de dados espaciais; • Armazenamento de grandes volumes de dados (espaciais, alfanuméricos e binários); • Suporte à implantação de regras de integridade referencial; • Suporte a versionamento
SIG Desktop	<ul style="list-style-type: none"> • Recursos de edição básica e avançada; • Suporte à criação e validação de regras topológicas; • Suporte a versionamento; • Disponibilidade de classes e bibliotecas para customização usando linguagens de programação de mercado (.NET, Java, etc.).
Servidos de Mapas (SIG Server)	<ul style="list-style-type: none"> • Facilidades para publicação de mapas na web; • Suporte à publicação de serviços nos padrões WMS; WFS e KML; • Disponibilidade de classes e bibliotecas para customização usando linguagens de programação de mercado (.NET, Java, Flex, Flash, etc.); • Suporte à edição básica de dados geográficos via web.

Item	Características Principais
Ferramenta CASE	Suporte à linguagem UML 2.x para a visualização e geração de diagramas e outros artefatos do sistema.
Visualizador e Gerador de código	Suporte à visualização de código gerado para o SISAP e para a geração de código complementar para evolução do sistema.
Software de Produtividade	<ul style="list-style-type: none"> • Editor de texto; • Editor de planilhas; • Editor de apresentações.
Ferramenta para administração do Projeto	Suporte à estruturação de atividades, criação de rede de atividades e relações de dependência e precedência, elaboração de cronograma e ferramentas de acompanhamento da execução e conclusão das atividades.
Estação de Trabalho (Workstation)	- equipamento
Servidor de dados	- equipamento
Servidor de arquivos	- equipamento
Servidor de Aplicação	- equipamento
Plotter multifuncional	Configuração básica de referência: <ul style="list-style-type: none"> • Impressão de tamanhos variados até A1; • Funcionalidades para digitalização de plantas impressas em grande formato; • Resolução mínima de 1.200 dpi.
Multifuncional com escâner e impressora	Configuração básica para digitalização e impressão de documentos ligados à drenagem urbana e de interesse ao SISAP: <ul style="list-style-type: none"> • Suporte ao formato A3; • Resolução mínima de 1.200 dpi (ótico 600 x 600 dpi).

Fonte: Adaptado de (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Limpeza e Manutenção

Cada equipe de manutenção deve possuir viaturas tais como caminhão de carroceria fixa e caminhão basculante. A assistência a este setor deverá ser feita direta e permanentemente pela chefia do setor responsável, a qual deve dispor de uma viatura com rádio comunicação.

Power Rodding

Power rodding é uma tecnologia mais sofisticada de limpeza de tubulações, tanto de drenagem urbana, quanto de esgotamento sanitário.

Esse sistema emprega um cabo de metal fino e flexível, com uma cabeça de aço de limpeza na extremidade com dentes cortantes extremamente afiados dimensionados especificamente para o diâmetro do tubo. Um motor elétrico externo rotaciona o cabo, assim a cabeça de limpeza e os dentes em alta velocidade destroem o entupimento. As lâminas girando em alta velocidade também raspam as paredes do tubo, livrando-se do acúmulo de lodo. A vareta elétrica também pode ser usada para remover raízes de árvores que se infiltraram em uma linha de esgoto externa. A

Figura 12 a seguir ilustra um power rod no interior de uma tubulação.



Figura 12 – Foto de um Power Rodding
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012)).

Hidrojateamento

O processo de hidrojateamento utiliza uma máquina de alta potência que dispara água pressurizada pela tubulação. Um cabeçote de limpeza conectado a uma linha de água é rosqueado no tubo. A cabeça possui aberturas que emitem jatos de água quente de alta pressão de até 4.500 psi, injetado na linha por uma bomba externa. A força da água destrói o entupimento e o despeja sem danificar o cano. A água pressurizada e aquecida também dissolve o lodo e a graxa que causam entupimentos.

É um dos métodos de limpeza mecânica de tubulações mais utilizados e eficientes disponíveis. É recomendado que os serviços de limpeza e manutenção de rede de drenagem de cada prefeitura municipal da RMGV tenha um ou mais conjuntos completos de hidrojateamento à disposição para providenciar a limpeza de suas estruturas de microdrenagem.

A Figura 13 a seguir ilustra o funcionamento de um equipamento de hidrojateamento.

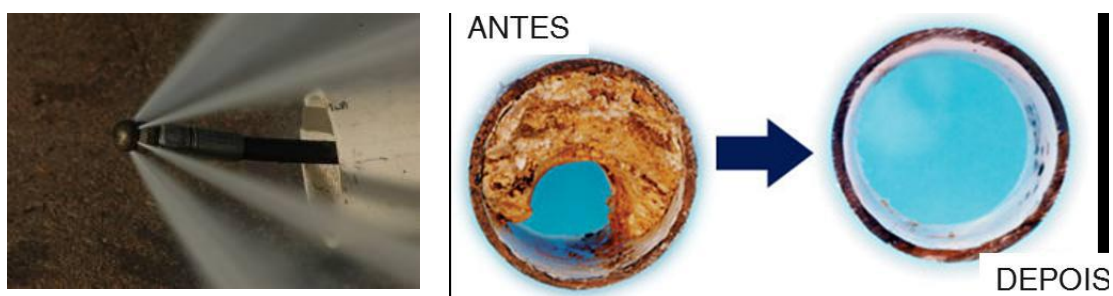


Figura 13 – Ilustração de um hidrojateamento de rede
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012)).

Power Bucket

Este dispositivo é mais indicado para obstruções de difícil resolução e em redes de grandes diâmetros, com grandes massas de raízes, areias ou outros detritos. O sistema envolve uma unidade de tração e uma unidade de carregamento.

A unidade de tração puxa o balde através da tubulação, carregando assim, os detritos, que logo são encaminhados para a unidade de carregamento e seguem para um aterro sanitário. O funcionamento do Power Bucket está ilustrado na Figura 14 a seguir.

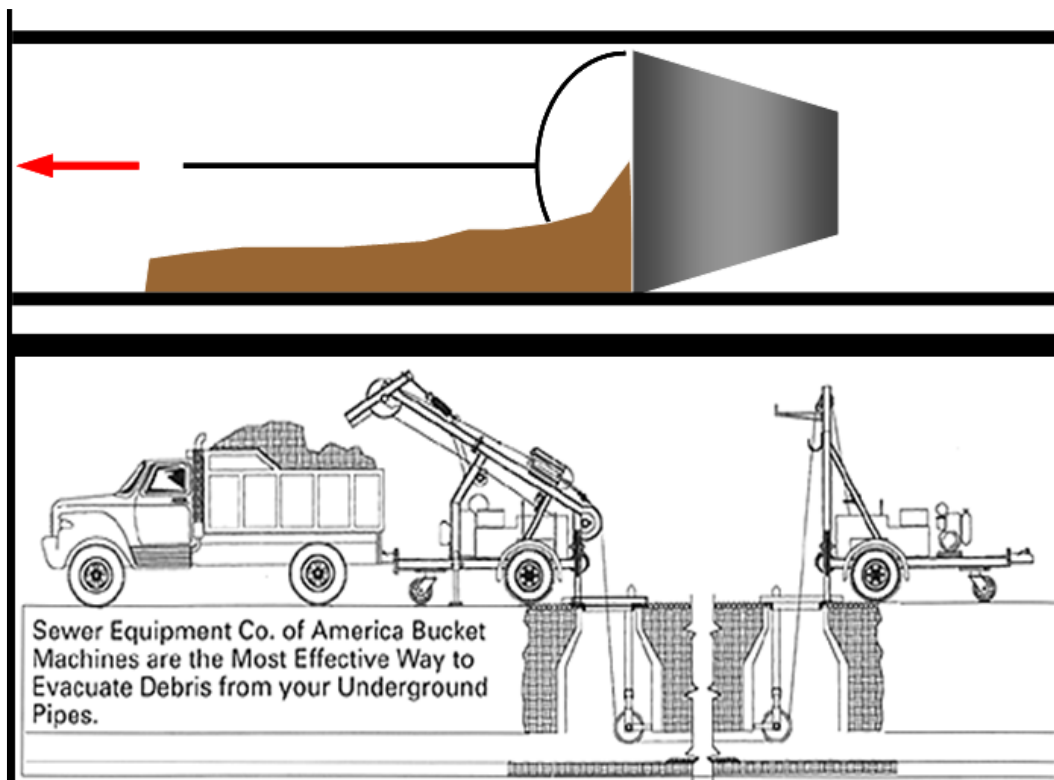


Figura 14 – Funcionamento do Power Bucket
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Flush Balls

Esse dispositivo é constituído por uma bola de borracha inflada de acordo com o diâmetro de tubulação, acoplada a um guincho. Seu funcionamento envolve posicionar a bola na rede e encher a boca de lobo de água. Em seguida, libera-se a bola para que a pressão da água a empurre através da rede.

A bola possui sulcos espirais e um conector giratório que proporcionam um sistema de descarga que removerá os sedimentos presos na tubulação. A Figura 15 a seguir apresenta o funcionamento deste dispositivo.

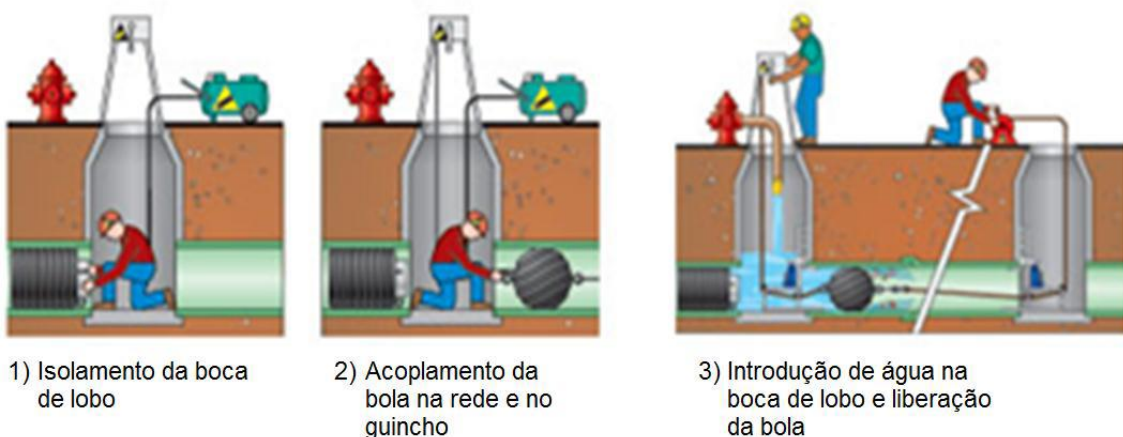


Figura 15 – Funcionamento do Flush Ball

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Em relação às estruturas de macrodrenagem, a limpeza mecanizada deverá ser priorizada para todas as calhas que permitam acesso de equipamentos. O tipo de equipamento deverá ser compatível com o porte da calha e o nível de assoreamento. Dentre os equipamentos usuais, destacam-se:

Draga de sucção e recalque

A utilização de draga de sucção deve ser precedida de levantamento batimétrico com seções transversais a cada dez metros, da definição de locação de ensecadeiras, de bota-foras provisórios (diques), de transposição do equipamento em canais com travessias e de cota final de dragagem. É um método de investimento alto, mas de grande eficiência, mais indicada para canais ou cursos d'água de grandes larguras e municípios com grandes demandas por dragagem dos leitos dos cursos d'água, pois sua alta eficiência promove ganho de escala.

A Figura 16 a seguir ilustra o funcionamento de uma draga de sucção e recalque.



Figura 16 – Dragagem de sucção e recalque

Fonte: (Damen, 2021).

Drag-line

A escavadeira drag-line, também chamada de escavadeira de cabo ou de arrasto, é um equipamento de boa performance, mas de investimento alto, motivo pelo qual tem emprego limitado no Brasil. A vantagem da utilização de uma escavadeira drag-line está em seu alcance e volume escavado, maior que os demais tipos de escavadeira, gerando ganho de produtividade.

A utilização de escavadeira drag-line, requer cuidados especiais no deslocamento e manuseios da máquina e durante a operação de escavação. A exigência de caçambas estanques é condição indispensável para a remoção de resíduos, para evitar derrame de material durante o percurso para o bota-fora definitivo. A Figura 17 a seguir mostra uma escavadeira mecânica drag-line.



Figura 17 – Escavadeira mecânica tipo drag-line
Fonte: (LF Ambiental, 2021).

Escavadeira hidráulica e Retroescavadeira

As escavadeiras hidráulicas são mais indicadas para calhas de médio porte, e as retroescavadeiras são normalmente utilizadas para canais de pequeno porte.

É comum nas cidades brasileiras a utilização desses equipamentos, principalmente escavadeira hidráulica de longo alcance (Long Reach) na limpeza e desassoreamento do leito de rios e canais de maior porte, normalmente embarcados em balsas. A Figura 18 a seguir apresenta esse equipamento.



Figura 18 – Escavadeira hidráulica embarcada

Fonte: (Engers Soluções, 2018).

A produtividade dessa configuração é mais baixa que as demais e exige mão de obra especializada, principalmente relativa aos operadores da balsa fluvial, entretanto é a com menor investimento envolvido, motivo pelo qual seu uso é amplamente difundido nas cidades brasileiras como solução de desassoreamento fluvial.

Quando operada embarcada em balsa, a retroescavadeira retira material de um lado e dá tombo no outro, dentro do rio. São necessárias até três escavadeiras para realizar esse trabalho, enquanto uma escava e dá tombo, as outras trabalham em linha fazendo o mesmo procedimento até o material ser completamente despejado na margem do corpo d'água.

Frota para movimentação do material

O material escavado deve ser removido e ter destinação correta, em aterro ou bota-fora. É comum o material passar por um desaguento à margem do rio, onde é amontoado, a água escoar de volta para o rio e os sólidos seguem para os caminhões.

O serviço de manutenção deve contar com caminhões carroceira e/ou basculantes para realizar a carga e remoção dos materiais de limpeza. As caçambas devem ser antiaderentes, para que não retenham material grudado e sejam esvaziadas em sua totalidade na descarga.

As escavadeiras e/ou pás-carregadeiras que conduzem operações de carregamento desses caminhões não requerem adaptação nem configuração específica, apenas dimensionamento adequado para o tempo de produtividade estabelecido na rotina de trabalho. Na manutenção dos bota-foras ou aterros que recebem esse material também são utilizados tratores de esteira para espalhar e nivelar o local.

A Figura 19 traz esses equipamentos mencionados.



Figura 19 – Caminhão Basculante (direita) e Pá-carregadeira (esquerda)
Fonte: (Soluções Industriais, 2021) e (Veneza Equipamentos, 2021).

DIMENSIONAMENTO

O bom funcionamento dos canais, galerias e corpos d'água como estruturas de macrodrenagem depende de uma manutenção constante por meio de campanhas de desassoreamento, dragagem e limpeza. Os itens acima apresentaram equipamentos usualmente utilizados para essas atividades.

O conhecimento acerca do dimensionamento da frota de equipamentos para conduzir tais serviços de manutenção é um instrumento importante do gestor público para buscar o melhor nível do serviço de manejo de águas pluviais urbanas. Noções básicas de dimensionamento da frota de equipamentos de manutenção dos corpos hídricos são discutidas a seguir, com objetivo de auxiliar o planejamento e a tomada de decisão relacionada a essas atividades. As diretrizes desenvolvidas a seguir seguem o indicado por (Jaworski, 2018).

Na escolha dos tipos de unidades para o serviço, é considerado a produtividade horária, os custos unitários por metro cúbico de material trabalhado, tempos de ciclo dos equipamentos, entre outros fatores. Nem sempre é possível, entretanto, contar com os equipamentos ideais para o serviço, e são utilizados aqueles disponíveis. Nesse caso, maior deve ser o cuidado ao colocá-los em serviço, por questões de segurança, tempo de execução, custos de produção e imprevistos que poderão ocasionar.

Os equipamentos possuem diferentes produtividades baseado em suas características físicas. A produtividade (P) é medida pela simples relação entre o volume de material movimentado em uma hora de trabalho. Pode ser determinado em função da capacidade volumétrica do dispositivo de escavação (C), pelo produto do número de ciclos e trabalho efetuados em uma hora (Nc).

$$P = C \cdot Nc$$

O número de ciclos de trabalho representa quantas vezes o equipamento consegue cumprir sua função em um minuto, obtida através da expressão:

$$Nc = 60/T$$

Sendo T o tempo de ciclo, ou seja, o intervalo de tempo necessário para a execução

de uma operação completa de uma série de repetições. A produtividade horária, portanto, pode ser resumida em:

$$P = 60.C/T$$

O Tempo de Ciclo é composto por uma parcela fixa (t_f), normalmente tabelada e fornecida pelo fabricante do equipamento, e uma variável (t_v), correspondente a tempos de locomoção.

$$T = t_f + t_v$$

O cálculo da produtividade dos equipamentos de é ajustada por fatores corretivos para atingir resultados mais exatos, proporcionando fórmulas de produtividade próprias de cada equipamento. Alguns fatores considerados podem ser:

- Empolamento e compactação do material;
- Resistência ao rolamento;
- Resistência de rampa;
- Altitude geográfica do local de trabalho;
- Fator de eficiência do equipamento;
- Componentes do tempo de ciclo.

O fator de empolamento (f) é um desses fatores corretivos. Durante a execução dos trabalhos de escavação ou desassoreamento, ocorrem variações do volume dos materiais, pois a desagregação gerada pela movimentação do material leva a um aumento de volume, sem alterar a massa escavada. Devido a isso, há necessidade de aplicar um fator de empolamento ao volume escavado para melhor dimensionar a demanda dos equipamentos e tempo de serviço. A tabela a seguir apresenta fatores de empolamento para tipos de materiais usuais escavados.

Tabela 9 – Fator de empolamento f de materiais

Material	Fator de conversão ' f '	Fator de empolamento ' e ' (%)
Argila natural	0,82	21
Argila seca	0,80	25
Argila molhada	0,80	25
Terra úmida	0,79	26
Terra seca	0,79	26
Arenito	0,59	69
Areia seca	0,88	13
Areia molhada	0,88	13
Pedra britada	0,60	66
Terra úmida 50% rocha 50%	0,75	33
Pedras soltas diâmetro até 20cm	0,50	100

Fonte: (Jaworski, 2018).

É importante também considerar um “fator de eficiência”, representado pela letra E, no cálculo da produtividade do equipamento. Um fator E igual a 100% representa uma situação hipotética em que não há perda de tempo na jornada diária de trabalho. Esse valor de 100% é irreal, e devem ser descontados minutos perdidos em virtude de, por exemplo:

- Espera de unidades auxiliares;
- Pequenos reparos mecânicos e manutenção preventiva;
- Pausas causada pela fadiga dos operadores;
- Recebimento ou transmissão de instruções.

Para os equipamentos de escavação relacionadas neste capítulo, a produtividade horária pode ser obtida a partir da seguinte expressão:

$$P = \frac{3600 \cdot Q \cdot f \cdot E \cdot K}{T} \quad (I)$$

Sendo:

- Ph a Produção horária, em metros cúbicos;
- Q a capacidade rasa da caçamba, em metros cúbicos;
- f a Fator de empolamento (Tabela 9);
- E a Eficiência de trabalho (costuma-se adotar 0,5, para as escavadeiras);
- K o fator de eficiência da caçamba (Tabela 10);
- T o tempo de ciclo, em segundos (Tabela 11).

As Tabela 10 e Tabela 11 a seguir apresentam diferentes fatores de eficiência e tempos de ciclo para os equipamentos considerados e condições locais. Uma atividade de dragagem de leito de canal ou rio envolve material úmido, portando K entre 0,80 a 0,85.

Tabela 10 – Fator de eficiência da caçamba K

Tipo de escavadeira	Terreno fácil	Terreno médio	Terreno meio duro	Terreno duro
Shovel	K = 0,95	K = 0,85	K = 0,70	K = 0,50
Drag-line	K = 0,95	K = 0,80	K = 0,65	K = 0,40
Tipo de material	Material macio e solto.	Material mais duro, argila úmida.	Material que requer uso de explosivos.	Rocha extraída com explosivos

Fonte: (Jaworski, 2018).

Tabela 11 – Tempo de ciclo das escavadeiras em segundos e para giro de 90°

Tipo de escavadeira	Caçamba (m³)	T (s) – argila ou barro úmido	T (s) – argila ou barro pegajoso	T (s) – argila ou barro compacto
Shovel	0,38	15	18	24
	0,53	18	20	26
	1,90	20	22	28
	2,30	22	24	30
	3,00	24	26	32
Drag-line	0,38	20	24	30
	0,57	22	26	32
	1,15	24	28	35
	1,53	28	34	41
	2,30	30	35	42
	3,06	32	36	45

Fonte: (Jaworski, 2018).

A produtividade de um equipamento de escavação, a partir da expressão (I) e dos parâmetros apresentados acima, pode variar entre, aproximadamente, **20 e 80 m³/h** cada. O número de equipamentos de escavação necessários para realização do serviço depende do volume total a ser escavado e tempo hábil para tal.

O uso de mais de um equipamento no serviço de limpeza e manutenção das estruturas de macrodrenagem pode aumentar significativamente a produtividade geral da obra e reduzir a duração do serviço.

Além da escavação do leito dos corpos hídricos, o material dragado deve ser manejado e transportado de maneira adequada até bota-fora licenciado, com uso de outros equipamentos como caminhões e pás carregadeiras. Esses veículos de transporte apresentam produtividades diferentes entre si e em relação aos equipamentos de escavação.

O tempo de ciclo das unidades de transporte é estimada de maneira a considerar o tempo de carregamento (t_c), o tempo gasto de parada, descarga e partida (t_{pdp}) e o tempo de transporte ao destino (t_v).

$$T = t_c + t_{pdp} + t_v$$

O tempo de carregamento corresponde ao número de ciclos do equipamento de carregamento da caçamba do caminhão. O tempo variável, em geral, é determinado de acordo com a posição da obra, sendo altamente variável em obras lineares e extensas como em desassoreamentos de rios. O tempo de parada, descarga e partida varia com o volume da caçamba, conforme indica a Tabela 12 a seguir.

Tabela 12 – Tempos de parada, descarga e partida

Volume da caçamba do caminhão (m³)	tpdp (minutos)
4,0	0,8
5,0	1,0
6,0	1,2
7,0	1,4

Fonte: (Jaworski, 2018).

A partir dos diferentes tempos de ciclo dos equipamentos de escavação e movimentação do material dragado, surge o desafio de associar unidades com produtividades diferentes, buscando melhor funcionamento das equipes e maior produtividade global, assim reduzindo duração das obras.

A recomendação geral é que o carregamento do caminhão de transporte seja efetuado com três ou quatro ciclos do equipamento escavador ou pá carregadeira. Equipamentos do mesmo modelo, capacidade e fabricantes favorecem o sincronismo do conjunto e a programação do trabalho, levando a tempos de espera reduzidos.

Em serviços que são empregados diferentes tipos de unidades com atribuições diferentes, a organização de equipamentos em grupos de trabalho se faz necessária. O número de caminhões basculantes servidos por uma escavadeira ou pá carregadeira, para que não haja unidades paradas, pode ser estimado pela expressão seguinte:

$$N = \frac{Tt}{tc}$$

Sendo

- N o Número de caminhões atendidos;
- Tt o tempo de ciclo do caminhão basculante (todos do mesmo modelo);
- tc o tempo total de carregamento do caminhão.

Após a quantificação das unidades que compõe a equipe de escavadoras e caminhões, é necessário determinar qual é o equipamento que determina o caminho crítico do cronograma. Este é o equipamento com o menor valor de produtividade entre os dois.

Em última instância, o dimensionamento da frota necessária para a operação e manutenção da macrodrenagem depende de inúmeros fatores locais e é determinada pelos projetos executivos de cada serviço. A gestão do serviço de manutenção deve decidir, a partir de estudos próprios de viabilidade técnico-financeira, qual a parcela da frota de veículos e equipamentos adquirir como patrimônio, mantendo à disposição para serviços programados ou emergenciais, e qual parcela contratar como serviço de terceiros.

3.4.3 Organização do Serviço de Manutenção

Dentre as diversas atribuições na gestão da DMAPU, o serviço de manutenção, por natureza, deve estar preparado para pronto atendimento de qualquer ocorrência registrada nas estruturas e equipamentos do sistema de drenagem. A Figura 20 seguir apresenta um exemplo de organização de um Serviço de Manutenção de Drenagem Urbana proposta para o município de São Paulo. Essa organização pode servir de orientação para o emprego em unidades de gerenciamento por bacia hidrográfica, sendo descrito, em linhas gerais, abaixo.

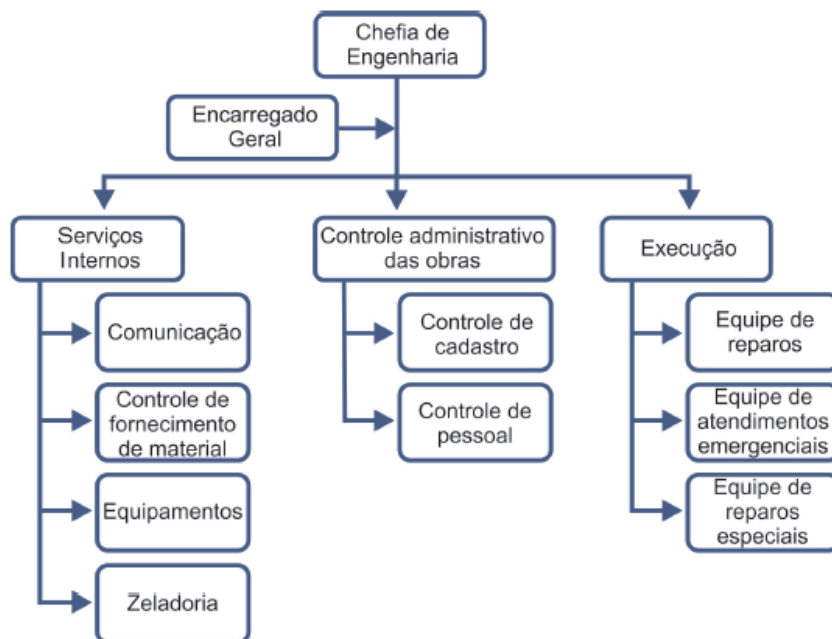


Figura 20 – Proposta de organização do serviço de manutenção
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

O setor de execução é o responsável pelo atendimento de emergências, sendo composto pelas seguintes equipes:

- Equipes para reparos na rede - devem estar preparadas para atuar na execução de serviços durante o dia e para trabalhos noturnos em escala 12 x 36 h. Estas equipes, na ausência de emergências, podem ser usadas nos serviços de rotina.
- Equipes para serviços urgentes - em menor número e devem ser empregadas exclusivamente para a execução de serviços considerados emergenciais. Sua composição é a mesma da equipe de reparos.
- Equipes de reposição e reparos especiais - destinadas à execução de reparos de pavimentação danificada por vazamentos ou rompimentos resultantes de inundações. Essas equipes podem ser utilizadas como apoio de serviços das equipes demais de reparos.

Cada equipe deve cotar com veículos de apoio como caminhão carroceria e caminhão

basculante. A assistência ao setor executivo deve ser feita diretamente pela chefia de engenharia que, para isso, deve dispor de uma viatura com rádio comunicação.

Em seguida, o setor de serviços internos tem a função de apoio logístico às frentes de serviço. É composto por:

- Unidade de comunicação - deve contar com uma unidade de rádio comunicação composta por um operador nos dias úteis, perfazendo 12 horas de trabalho, e dois operadores plantonistas noturnos em escala de 12 x 36 h, acompanhando a escala de equipes noturnas e com treinamento com esquema de operação/equipamentos/matérias, tão logo seja efetuada solicitação do campo pelo encarregado da equipe, e com acesso à chefia. Estes plantonistas, além de realizarem o acionamento do esquema emergencial já mencionado, também executarão outras tarefas como preencher mapas de ocorrências, registrar as chamadas, transmitir solicitações a qualquer outro órgão e registrar os movimentos das viaturas em campo.
- Unidade de controle e suprimento de materiais - deve dispor de um elemento com treinamento para controle do estoque de materiais e de peças essenciais, preenchimento de documentos a serem visados pela chefia para posterior processamento pelo depósito que os fornecem, mediante documentação visada pelo encarregado da equipe. Deve providenciar também o recebimento da sobra de material e a sua entrega ao depósito, bem como confeccionar a documentação necessária à sua reposição aos estoques.
- Unidade de equipamentos - deve contar, entre outros equipamentos, com um compressor com operador e dois conjuntos de bombas (3" e de 1 ½"), para cada equipe, com dois operadores responsáveis pela sua manutenção e limpeza. Deve contar ainda com um operador para máquinas hidráulicas (retro escavadeira ou similar), e uma pequena oficina para pequenos reparos.
- Setor de zeladoria – composto por vigias para a sede em escala de 12 x 36 h (noturnas), e vigia em regime de 12 horas de trabalhos diários.

Para o controle administrativo das obras emergenciais, é necessário que exista ordem de serviço que forneça elementos facilitadores do seu controle e antecedam o preenchimento de boletins de apropriação e custos, que serão preenchidos por um elemento da equipe sob a supervisão do encarregado.

Sugere-se que o efetivo deste setor seja composto por um cadista incumbido de vistoriar com o encarregado geral todas as obras emergenciais, auxiliando o apontador da equipe a fazer os croquis de cadastro, processando-os em seguida digitalmente. Deve-se contar também com um apontador apropriador, que com os elementos fornecidos pela ordem de serviço do encarregado preencherá os boletins de apropriação e custos e apontará a frequência do pessoal (mapa de horas extras, faltas etc.). O setor contará também com um auxiliar administrativo, que executará serviços diversos, como por exemplo preenchimento de fichas de cadastro dos serviços executados, de planilha de consumo de materiais, de planilha de produção

diária, planilha de fechamento de obras, escrituração de despesas com refeições, transportes e outras e efetuar a revisão de todos os documentos do expediente.

Estas orientações estruturadas para a Prefeitura de São Paulo devem ser adaptadas para as necessidades e as realidades dos municípios da RMGV. A depender do arranjo institucional, é possível se compartilhar serviços e equipe entre mais de um ente público.

3.5 Indicadores da Prestação de Serviços

Tanto a base técnica quanto a organizacional necessitam de avaliação contínua, o que é feito atualmente por meio de um conjunto de indicadores apresentados neste item. Os indicadores são meios de aferir a evolução do serviço de manejo de águas pluviais. São capazes de auxiliar o processo de gestão através de sua aplicação na avaliação e acompanhamento dos programas, projetos e ações relacionados a um plano de drenagem.

Vinculado ao Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) conta com um diagnóstico dos sistemas municipais de drenagem urbana e manejo de águas pluviais (SNIS-AP), com indicadores e informações tabeladas e disponibilizadas publicamente, compondo uma série histórica para cada um dos municípios brasileiros. Trata-se de um questionário que deve ser preenchido pelos municípios e traz elementos relevantes para o monitoramento dos serviços. No SNIS, o levantamento das informações de DMAPU ocorre desde 2015, e se soma ao levantamento que também é realizado para o serviço de abastecimento d'água e esgotamento sanitário (desde 1995) e para o manejo de resíduos sólidos (desde 2002).

A coleta das informações do SNIS é anual e segue o seguinte ciclo: pré-coleta, coleta de dados, análise de dados e versão preliminar, desenvolvimento das publicações e publicações do SNIS. Para a DMAPU, as informações são fornecidas pelos prestadores de serviço (prefeituras municipais, autarquias e empresas públicas). Após a coleta é realizada uma análise de consistência em três etapas: a primeira durante o preenchimento do formulário, a segunda de forma automática após a finalização do preenchimento e a terceira diretamente com os responsáveis pelo preenchimento.

O SNIS apresenta dois tipos de dados:

- Informações – dados primários, tanto qualitativos quanto quantitativos, geralmente resultados de contagem ou medição. Ao todo são fornecidas 127 informações no SNIS-AP.
- Indicadores – calculados pelo cruzamento de duas informações, pelo menos. Ao todo existem 25 indicadores de DMAPU no SNIS-AP.

A seguir são apresentadas três tabelas com informações provenientes do SNIS: a Tabela 13 traz uma lista das informações que são utilizadas para o cálculo dos indicadores. No preenchimento do questionário SNIS para águas pluviais existem

outras informações que também devem ser respondidas pelo município, e que não estão na Tabela 13; a Tabela 14 detalha os indicadores e equações para o cálculo e; a Tabela 15 apresenta os valores dos indicadores para o ano de referência de 2020 para os sete municípios da RMGV. O município de Fundão não respondeu esse questionário portanto não apresenta valores.

Tabela 13 – Informações utilizadas para o cálculo dos indicadores de DMAPU – SNIS ano-base 2020

Informação	Unidade
AD001 – Quantidade de pessoal próprio alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Pessoas
AD003 – Quantidade total de pessoal alocado nos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Pessoas
CB003 – Quantidade total de imóveis urbanos tributados pelos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Imóveis
FN005 – Receita operacional total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Reais por ano
FN009 – Receita total dos serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Reais por ano
FN012 – Despesa total do município (Saúde, educação, pagamento de pessoal, etc.)	Reais por ano
FN016 – Despesa total com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	Reais por ano
FN022 – Investimento total em Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas contratado pelo município no ano de referência	Reais por ano
FN023 – Desembolso total de investimentos em drenagem e manejo das águas pluviais urbanas realizado pelo município no ano de referência	Reais por ano
GE001 – Área territorial total do município (Fonte: IBGE)	Quilômetros quadrados
GE002 – Área urbana total, incluindo áreas urbanas isoladas	Quilômetros quadrados
GE006 – População urbana residente no município (estimada conforme taxa de urbanização do último Censo)	Habitantes
GE007 – Quantidade total de imóveis existentes na área urbana do município	Imóveis
GE008 – Quantidade total de domicílios urbanos existentes no município	Domicílios
IE017 – Extensão total de vias públicas urbanas do município	Quilômetros
IE019 – Extensão total de vias públicas urbanas com pavimento e meio-fio (ou semelhante)	Quilômetros
IE021 – Quantidade total de bocas de lobo existentes no município	Unidades
IE022 – Quantidade de bocas de leão ou bocas de lobo múltiplas (duas ou mais bocas de lobo conjugadas) existentes no município	Unidades
IE024 – Extensão total de vias públicas urbanas com redes ou canais de águas pluviais subterrâneas	Quilômetros
IE032 – Extensão total dos cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas	Quilômetros
IE033 – Extensão total dos cursos d'água naturais perenes com diques em áreas urbanas	Quilômetros
IE034 – Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados abertos em áreas urbanas	Quilômetros
IE035 – Extensão total dos cursos d'água naturais perenes canalizados em áreas urbanas	Quilômetros

IE044 – Extensão total de parques lineares ao longo de cursos d'água naturais perenes em áreas urbanas	Quilômetros
IE058 – Capacidade de reservação	Metros cúbicos
RI013 – Quantidade de domicílios sujeitos a risco de inundação	Domicílios
RI029 – Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas, na área urbana do município, devido a eventos hidrológicos impactantes no ano de referência, registrado no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID)	Pessoas
RI031 – Número de óbitos, na área urbana do município, decorrentes de eventos hidrológicos impactantes, nos últimos cinco anos, registrados no sistema eletrônico da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil (Fonte: S2ID)	Óbitos
RI043 – Quantidade de pessoas transferidas para habitações provisórias durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência	Pessoas
RI044 – Quantidade de pessoas realocadas para habitações permanentes durante ou após os eventos hidrológicos impactantes ocorridos no ano de referência	Pessoas
RI067 – Número de pessoas desabrigadas ou desalojadas na área urbana do município devido a eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	Pessoas
RI068 – Número de óbitos na área urbana do município decorrentes de eventos hidrológicos impactantes, no ano de referência, que não foi registrado no sistema eletrônico (S2ID) da Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil	Óbitos

Fonte: (Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), 2021).

Tabela 14 – Indicadores DMAPU – SNIS ano-base 2020

Categoria	Indicador	Equação	Unidade
Dados gerais	IN042 – Parcela de área urbana em relação a área total	$\frac{GE002}{GE001} \times 100$	Percentual
	IN043 – Densidade Demográfica na Área Urbana	$\frac{GE006}{GE002 \times 100}$	Pessoas por hectare
	IN044 – Densidade de Domicílios na Área Urbana	$\frac{GE008}{GE002 \times 100}$	Domicílios por hectare
Dados financeiros	IN001 – Participação do Pessoal Próprio Sobre o Total de Pessoal Alocado nos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	$\frac{AD002}{AD003} \times 100$	Percentual
	IN005 – Taxa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	$\frac{FN005}{GE007}$	Reais por unidade ano
	IN006 – Receita Operacional Média do Serviço por Unidades Tributadas	$\frac{FN005}{CB003}$	Reais por unidades tributadas ano
	IN009 – Despesa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	$\frac{FN006}{GE007}$	Reais por unidade ano
	IN010 – Participação da Despesa Total dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas na Despesa Total do Município	$\frac{FN016}{FN012} \times 100$	Percentual
	IN048 – Despesa per capita com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas	$\frac{FN016}{GE006}$	Reais por habitante ano
	IN049 – Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	$\frac{FN022}{GE006}$	Reais por habitante ano
	IN050 – Diferença relativa entre despesas e receitas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas	$\frac{(FN009 - FN016)}{FN009} \times 100$	Percentual
	IN053 – Desembolso de investimento per capita	$\frac{FN023}{GE006}$	Reais por habitante ano
	IN054 – Investimentos totais desembolsados em relação aos investimentos totais contratados	$\frac{FN023}{FN022}$	Percentual

Dados de infraestrutura	IN020 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município	$\frac{IE019}{IE017} X100$	Percentual
	IN021 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana	$\frac{IE024}{IE017} X100$	Percentual
	IN025 – Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares	$\frac{IE044}{IE032} X100$	Percentual
	IN026 – Parcela de Custos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta	$\frac{IE034}{IE032} X100$	Percentual
	IN027 -Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada	$\frac{IE035}{IE032} X100$	Percentual
	IN029 – Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Diques	$\frac{IE033}{IE032} X100$	Percentual
	IN035 -Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana	$\frac{\sum IE035}{GE002}$	Metros cúbicos por quilômetros quadrados
	IN051 – Densidade de captações de águas pluviais na área urbana	$\frac{IE021 + IE022}{GE002}$	Unidades por quilômetros quadrados
Dados sobre gestão de risco	IN040 – Parcela de domicílios em situação de risco de inundação	$\frac{RI013}{GE008} X100$	Percentual
	IN041 – Parcela da população impactada por eventos hidrológicos	$\frac{RI029 + RI067}{GE006} X100$	Percentual
	IN046 – Índice de Óbitos	$\frac{(RI031 + RI068) X 10^3}{GE006}$	Óbitos por 100 mil habitantes
	IN047 – Habitantes realocados em decorrência de eventos hidrológicos	$\frac{(RI043 + RI044) X 10^3}{GE005}$	Pessoas por 100 mil habitantes

Fonte: (Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), 2021).

Tabela 15 – Indicadores SNIS ano-base 2020 para os municípios da RMGV

Indicador	Cariacica	Fundão	Guarapari	Serra	Viana	Vila Velha	Vitória
IN042 – Parcela de área urbana em relação a área total (%)	43,95	-	42,56	33,34	25,58	64,87	71,99
IN043 – Densidade Demográfica na Área Urbana (pessoas/ha)	30	-	5,00	28	9	37	52
IN044 – Densidade de Domicílios na Área Urbana (dom./ha)	7	-	2,00	8	3	11	18
IN001 – Participação do Pessoal Próprio Sobre o Total de Pessoal Alocado nos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (%)	50	-	50,00	9,8	9,1	18,6	45,7
IN005 – Taxa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (R\$/ano)	0	-	0,00	0	0	0	0
IN006 – Receita Operacional Média do Serviço por Unidades Tributadas (R\$/unidade tributada.ano)	0	-	0,00	0	0	0	0
IN009 – Despesa Média Praticada para os Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (R\$/unid.ano)	2,04	-	186,35	14,52	2,36	53,92	35,39
IN010 – Participação da Despesa Total dos Serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas na Despesa Total do Município (%)	0	-	7,40	0,2	0	0,8	0,4
IN048 – Despesa per capita com serviços de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas (R\$/hab.ano)	0,67	-	132,14	6,22	0,96	17,72	17,07
IN049 – Investimento per capita em drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (R\$/hab.ano)	68,60	-	125,26	185,70	46,89	22,07	0,34
IN050 – Diferença relativa entre despesas e receitas de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas (%)	67,26	-	125,26	185,70	8,48	22,07	0,34
IN053 – Desembolso de investimento per capita (R\$/hab.ano)	0,98	-	1,00	1,00	0,18	1,00	1,00

Indicador	Cariacica	Fundão	Guarapari	Serra	Viana	Vila Velha	Vitoria
IN054 – Investimentos totais desembolsados em relação aos investimentos totais contratados (%)	0,00	-	17,85	0,00	0,00	0,00	0,00
IN020 – Taxa de cobertura de pavimentação e meio-fio na área urbana do município (%)	50	-	100,00	100	11,1	88,5	100
IN021 – Taxa de cobertura de vias públicas com redes ou canais pluviais subterrâneos na área urbana (%)	0,5	-	44,80	32,4	4,2	80,4	45,1
IN025 – Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes em Área Urbana com Parques Lineares (%)	0	-	0,00	0	7	0	0
IN026 – Parcela de Custos d'Água Naturais Perenes com Canalização Aberta (%)	91,7	-	0,00	0	86,8	31,2	0
IN027 -Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Canalização Fechada (%)	8,3	-	0,00	0	3,2	4,3	0
IN029 – Parcela de Cursos d'Água Naturais Perenes com Diques (%)	0	-	0,00	0	0	31,2	0
IN035 -Volume de reservação de águas pluviais por unidade de área urbana (m ³ /km ²)	0,00	-	0,00	0,00	0,00	0,00	762,89
IN051 – Densidade de captações de águas pluviais na área urbana (l/km ²)	106	-	148,00	153	85	147	368
IN040 – Parcela de domicílios em situação de risco de inundação (%)	1	-	31,10	5	5,3	0	0,4
IN041 – Parcela da população impactada por eventos hidrológicos (%)	0	-	0,00	0	0	0	0
IN046 – Índice de Óbitos (óbitos/100.000 hab)	0	-	2,00	0	0	0	0
IN047 – Habitantes realocados em decorrência de eventos hidrológicos (pessoas/100.000 hab.)	0	-	12,00	0	25	5	2

Fonte: (Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR), 2021).

Os indicadores podem ser utilizados para o acompanhamento da evolução da situação da DMAPU, a partir da atribuição de metas para indicadores específicos, com a definição temporal do quantitativo a ser atingido. Por exemplo, na Tabela 14 os indicadores financeiros e relacionados a gestão de risco podem ser assumidos como referenciais para o atingimento das metas. No caso da existência de instrumentos de planejamento, a sua efetiva realização pode ser mensurada a partir do acompanhamento do percentual de investimento realizado ou do percentual de realização de instrumentos de planejamento.

Cabe também a vinculação dos indicadores do SNIS ao SISAP, assim como o aperfeiçoamento desse sistema com o tempo e a experiência adquirida. Por exemplo, a inclusão de indicadores que relacionam as águas pluviais com as mudanças climáticas é um aperfeiçoamento possível e que permite auferir os impactos desse processo nas prestação de serviços de DMAPU. Recomenda-se inicialmente a adoção de uma quantidade limitada de indicadores chaves, e gradualmente aumentar a quantidade utilizada, o que demandará mais informações e mais campanhas de cadastro técnico, mas que trarão resultados mais e confiáveis do desempenho institucional a princípio.

As informações que compõem o cadastro técnico servem de base para cálculo de indicadores do serviço, os quais permitem a avaliação e o acompanhamento da qualidade do serviço de DMAPU através de séries históricas. Esses indicadores de desempenho têm o papel de auxiliar as entidades envolvidas no processo de gestão e manejo das águas pluviais urbanas.

Ao elaborar os indicadores de desempenho, altamente associados ao SISAP, é importante que se estabeleçam os critérios de avaliação de forma articulada com os objetivos da análise. Por exemplo, na elaboração dos critérios do Plano de São Paulo os critérios de avaliação para a seleção de indicadores utilizados foram os seguintes:

- **Acessibilidade dos dados:** facilidade ao acesso dos dados referentes ao indicador;
- **Clareza na comunicação:** rápida compreensão e aceitação pelos usuários;
- **Relevância:** reflete o básico e fundamental do fenômeno monitorado;
- **Amplitude geográfica:** ser sensível à mudança no espaço;
- **Padronização:** permitir comparar uma realidade com as demais;
- **Preditividade:** permite identificar antecipadamente os problemas antes que esses se tornem de difícil solução;
- **Proatividade:** mostra o que vem dando certo de forma a motivar;
- **Sensibilidade temporal:** mostra mudanças e tendências ao longo do tempo;
- **Definição de metas:** permite o estabelecimento de metas a serem alcançadas;
- **Confiabilidade da fonte:** possui uma ou mais fontes de dados de confiança;

- **Capacidade de síntese:** transmite rapidamente uma informação, permitindo acesso aos detalhes, se necessário.

Os indicadores devem ser revisados continuamente ao longo do tempo, a partir das informações provenientes de cadastros, inclusão de novos indicadores, retirada de outros ou mesmo reformulações para atender às demandas do gerenciamento da águas pluviais urbanas. Trabalhos contínuos devem ser desenvolvidos para consolidar os indicadores à medida que novos dados são gerados e cadastrados. A utilização dos próprios indicadores dará um panorama dos problemas e características do sistema de DMAPU, levando à necessidade de readequação do método de avaliação e acompanhamento.

3.6 Desenvolvimento Tecnológico

Com o objetivo de fortalecer o sistema institucional dos municípios da RMGV e a gestão do serviço de manejo de águas pluviais, neste item são apresentadas brevemente ações de desenvolvimento tecnológico, as quais buscam orientar a capacitação de recursos humanos e desenvolver a base de conhecimento relacionada a esses serviços. O desenvolvimento técnico e organizacional é permanente e o ente responsável pela gestão dos serviços necessita de sempre se atualizar. A principal referência nessa área de conhecimento e utilizada como base deste capítulo, é o Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo (2012).

As principais propostas desse Plano para o desenvolvimento tecnológico dos sistemas de manejo de águas pluviais urbanas são:

- Revisão dos critérios hidrológicos;
- Pesquisa para desenvolvimento das medidas de controle do escoamento superficial;
- Desenvolvimento de sistemas avançados de manejo de águas pluviais em bacias-piloto;
- Revitalização em corpos hídricos;
- Sistemas de wetlands construídas;
- Projetos integrados de águas pluviais e esgotos sanitários;

Os itens a seguir desenvolvem as propostas de desenvolvimento tecnológico citadas acima.

3.6.1 Revisão dos critérios hidrológicos

Em muitas situações, os sistemas de drenagem urbanos mostram-se vulneráveis a eventos chuvosos extremos que, em geral, não são considerados nos projetos das obras de controle de cheias.

Normalmente, na fase de projeto e dimensionamento dos elementos do sistema de drenagem, considera-se uma chuva de projeto com alta intensidade e grandes períodos de retorno, porém curta duração. O sistema de drenagem, entretanto, deve estar preparado para cenários de chuvas prolongadas e de menor intensidade. Para tanto, este item propõe um estudo de revisão dos critérios usuais de dimensionamento das estruturas de drenagem, baseados na evolução do conhecimento dos processos hidrológicos de bacias urbanas e em ferramentas computacionais disponíveis para o cálculo das precipitações de projeto.

A tendência moderna é reconhecer o caráter distribuído do fenômeno e avaliar o seu comportamento sobre toda a bacia hidrográfica a partir da maior disponibilidade recente de dados pluviométricos, obtidos após décadas de medições.

O método consagrado de transformação da tormenta de projeto em hidrogramas de cheia, sendo esses utilizados no dimensionamento da drenagem, baseia-se na determinação da precipitação em um ponto da bacia, à qual se atribui um período de retorno e uma distribuição ao longo do tempo. Esse método, entretanto, encontra diversas dificuldades e limitações, entre eles:

- Chuvas homogêneas, desconsiderando variações da intensidade no tempo e no espaço;
- Erros de estimativa dos parâmetros que governam o processo de transformação de precipitação em escoamento, como tempos de percurso, perdas na bacia e amortecimento das ondas de cheia;
- Inexistência de dados pluviométricos observados confiáveis;
- Não linearidade dos processos de transformação de chuva em vazão;
- Dificuldades em atribuir probabilidades de excedência (período de retorno) às tormentas de projeto;
- Dificuldade de considerar as condições de urbanização da bacia e impacto hidráulico das estruturas de drenagem construídas ao longo do tempo.

Em um cenário com boa disponibilidade de dados pluviométricos, é possível desenvolver e aplicar procedimentos empíricos melhor adaptados para grandes áreas urbanizadas como a RMGV, como o método conhecido como “cenaização de tormentas de projeto”. Nessa metodologia, as precipitações são medidas em pontos discretos de uma bacia hidrográfica, analisadas e usadas como base para elaboração de uma coleção de “tormentas críticas”. Cada uma destas tormentas constitui um cenário de precipitação e a coleção delas é a base da metodologia de cenaização de tormentas.

A bacia é dividida em quadrículas, e cada quadrícula associa-se um vetor de precipitação Intensidade x Tempo. Cada quadrícula possui um valor de intensidade de chuva para cada intervalo de tempo. Trata-se, portanto, de uma representação em quatro dimensões da solicitação hidrológica. A Figura 21 e a Figura 22 a seguir

mostram duas opções de representação dessas quatro variáveis sobre grandes bacias hipotéticas.

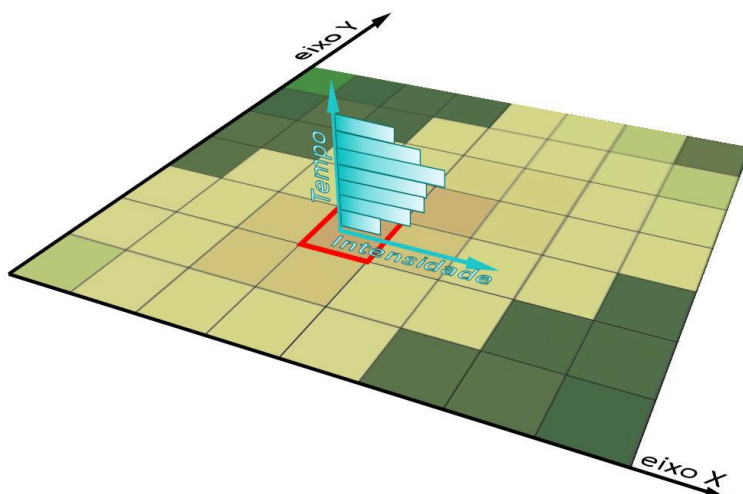


Figura 21 – Representação do método de cazarização das tormentas de projeto
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

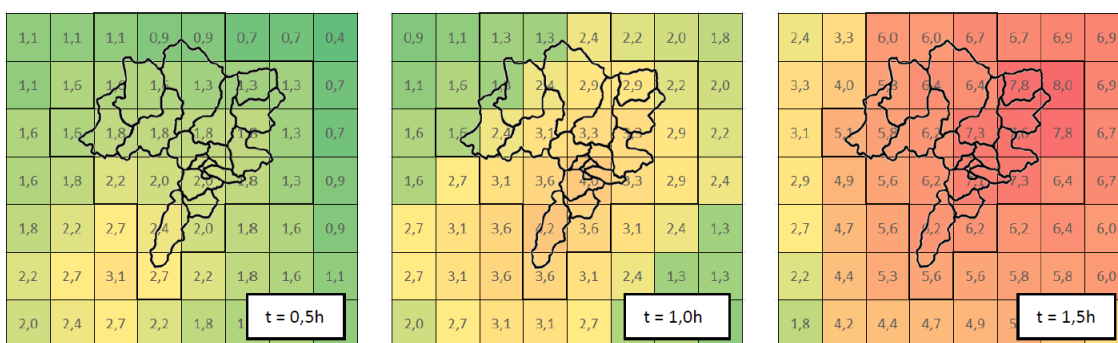


Figura 22 – Matrizes de chuva, distribuição da curva no espaço para três intervalos de tempo
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Observa-se pelas imagens acima que cada sub-bacia em geral sofre influência de mais de uma quadrícula. O hietograma de cada sub-bacia, portanto, deve ser composto pelas quadrículas que influem sobre a área da bacia, considerando, assim, a distribuição espacial e temporal da chuva. Este tipo de análise pode ser feito a partir de uma rede densa de postos pluviométricos ou de informações de radar meteorológico.

Esta metodologia permite que os modelos de simulação representem de forma mais realista os eventos ocorridos na bacia hidrográfica, pois a chuva é introduzida na bacia respeitando as informações coletadas e leva em consideração o tempo de precipitação. Assim, o avanço e a intensidade da chuva em cada instante e local da bacia são obtidos de forma mais precisa.

3.6.2 Programas de pesquisas de desenvolvimento de medidas de controle do escoamento superficial

Os objetivos desse programa envolvem orientar a elaboração de projetos de pesquisas sobre medidas de controle e redução do escoamento superficial e cargas difusas, com foco na implantação, operação, manutenção e monitoramento de tais medidas, seguida de análise de viabilidade, adequação e ajustes dos parâmetros e critérios locais para as estruturas de drenagem urbana.

Essas pesquisas se aplicariam a diversos elementos de micro e macrodrenagem:

- Bacias de retenção;
- Trincheiras de infiltração e retenção;
- Poços de infiltração;
- Valas, valetas e planos de infiltração;
- Pavimentos permeáveis dotados de estruturas de retenção e retenção;
- Filtros de areia;
- Telhados armazenadores;
- Micro reservatórios;
- Dispositivos de entrada;

A proposta desse programa envolve aprofundar o conhecimento relacionado ao funcionamento das medidas de controle que armazenam e/ou infiltram volumes do escoamento superficial e redução da carga difusa, e em seguida difundir e incentivar a utilização dessas medidas.

O escopo desse programa envolve como principais linhas de ação:

- Financiamento de pesquisas que atendam aos objetivos do programa;
- Implantação das estruturas sustentáveis em bacias-piloto com fins experimentais e de estudo, buscando obter critérios e parâmetros, servindo como base para outros projetos;
- Monitoramento e análise da eficiência dos sistemas, antes e após a implantação;
- Ajustar elementos do sistema para aumento da eficiência;
- Divulgação das conclusões dos estudos.

O financiamento desse programa de pesquisas pode ser proveniente de recursos próprios das prefeituras municipais interessadas, convênios com empresas ou associação de empresas privadas, órgãos governamentais de fomento à pesquisa na área de recursos hídricos, por exemplo a FINEP, a FAPESP e FEHIDRO.

Os resultados e conclusões das pesquisas desenvolvidas pelo projeto podem servir de

base para elaboração de sistemas avançados de manejo de águas pluviais, testados em bacias-piloto. A Tabela 16 a seguir resume as principais características, funções e efeitos das medidas de controle.

Tabela 16 – Resumo das principais medidas de controle e redução do escoamento aplicáveis na drenagem urbana

Técnica	Característica Principal	Variantes	Função	Efeito
Pavimento Poroso	Pavimento com camada de base porosa como reservatório	Revestimento superficial pode ser permeável ou impermeável, com injeção pontual na camada de base porosa. Esgotamento por infiltração no solo ou para um exutório	Armazenamento temporário da chuva no local do próprio pavimento. Áreas externas ao pavimento podem também contribuir	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado pelo pavimento e por eventuais áreas externas
Trincheira de infiltração	Reservatório linear escavado no solo preenchido com material poroso	Trincheira de infiltração no solo ou de retenção, com esgotamento por um exutório	Infiltração no solo ou retenção, de forma concentrada e linear, da água da chuva caída em superfície limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área adjacente
Vala de infiltração	Depressões lineares em terreno permeável	Vala de infiltração efetiva no solo ou vala de retenção sobre solo pouco permeável	Infiltração no solo, ou retenção, no leito da vala, da chuva caída em áreas marginais	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado em área vizinha
Poço de infiltração	Reservatório vertical e pontual escavado no solo	Poço preenchido com material poroso ou sem preenchimento, revestido. Poço efetivamente de infiltração ou de injeção direta no freático	Infiltração pontual, na camada não saturada e/ou saturada do solo, da chuva caída em área limítrofe	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial gerado na área contribuinte ao poço
Telhado Reservatório	Telhado com função reservatório	Vazio ou preenchido com material poroso	Armazenamento temporário da chuva no telhado da edificação	Retardo do escoamento pluvial da própria edificação
Bacia de detenção	Reservatório vazio (seco)	Reservatório sobre leito	Armazenamento temporário e/ou	Retardo e/ou redução do

Técnica	Característica Principal	Variantes	Função	Efeito
		natural ou escavado. Com leito em solo permeável ou impermeável, ou com leito revestido	infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	escoamento da área contribuinte
Bacia de retenção	Reservatório com água permanente	Reservatório com leito permeável (freático aflorante) ou com leito impermeável	Armazenamento temporário e/ou infiltração no solo do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Bacia subterrânea	Reservatório coberto, abaixo do nível do solo	Reservatório vazio, tampado e estanque. Reservatório preenchido com material poroso	Armazenamento temporário do escoamento superficial da área contribuinte	Retardo e/ou redução do escoamento da área contribuinte
Micro reservatório	Reservatório de pequenas dimensões tipo 'caixa d'água' residencial	Vazio ou preenchido com material poroso. Com fundo em solo ou vedado, tipo cisterna	Armazenamento temporário do esgotamento pluvial de áreas impermeabilizadas próximas	Retardo e/ou redução do escoamento pluvial de áreas impermeabilizadas
Conduto de armazenamento	Condutos e dispositivos com função de armazenamento	Condutos e reservatórios alargados. Condutos e reservatórios adicionais em paralelo	Armazenamento temporário do escoamento no próprio sistema pluvial	Amortecimento do escoamento afluente à macrodrenagem
Faixas gramadas	Faixas de terreno marginais a corpos d'água	Faixas gramadas ou arborizadas	Áreas de escape para enchentes	Amortecimento de cheias e infiltração de contribuições laterais

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

A escolha das medidas de controle a serem implantadas em uma bacia é dependente de fatores urbanísticos, sociais, econômicos e ambientais. A implantação das medidas de controle do escoamento em uma bacia-piloto tem como principais diretrizes:

- Seleção de sub-bacia para implantação do projeto-piloto;
- Implantação das medidas de controle na bacia selecionada, seguida de análise, estudo e monitoramento para obtenção de dados e informações;
- Desenvolvimento de projeto conceitual com a participação de consultoria

internacional;

- Desenvolvimento de projeto executivo;
- Execução das obras e operação;
- Análise da eficiência dos sistemas, por meio de monitoramento, antes e após a implantação deles;
- Execução de eventuais ajustes para aumento da eficiência.
- Divulgação das técnicas, especificações e indicativos dos usos potenciais das medidas de controle e redução do escoamento superficial e da poluição difusa, além de especificações para a execução de novos sistemas.

É possível identificar exemplos brasileiros de aplicação e experimentação das medidas de controle em bacias piloto, como no Campus da UFMG, em Belo Horizonte, na Praça Dolores Ibarruri e na Cidade Universitária, São Paulo.

3.6.3 Revitalização em corpos hídricos

A abordagem clássica da questão da drenagem urbana envolve, entre outras diretrizes, a retificação e canalização dos rios e córregos no ambiente urbano, com o objetivo de simplesmente afastar as águas com rapidez e pelo caminho mais curto. Esse enfoque higienista é ultrapassado e ineficiente, gerando apenas uma aceleração das águas a jusante e consequentes inundações das áreas mais baixas e a degradação do ambiente natural das várzeas.

A tendência atual na área do saneamento possui uma visão sustentável, promovendo maneiras de viabilizar a convivência com a água. Novas estratégias, portanto, devem ser consideradas, buscando a revitalização dos rios e córregos urbanos, a qual traz benefícios para a qualidade de vida da população, diminuição dos prejuízos econômicos causados pelas inundações, controle de doenças de veiculação hídrica e a valorização do meio ambiente urbano.

A atividade deste item propõe diretrizes gerais para ações de revitalização dos cursos d'água, tendo por objetivo a criação de uma infraestrutura verde nos corpos hídricos das zonas urbanas. Essas áreas devem ser predominantemente vegetadas e bastante diversificados quanto às suas dimensões, exercendo diversas funções:

- Manter, criar e enriquecer os habitats e proteger a diversidade de espécies;
- Contribuir para a valorização da paisagem urbana e melhoria da qualidade de vida da população;
- Proteger os recursos hídricos e contribuir para o manejo das águas pluviais, reduzindo a exposição dos moradores às áreas de risco de inundação;
- Contribuir para a melhoria do microclima local, bem como pelo efeito acumulativo, influir no conjunto do espaço urbano metropolitano;

- Promover a saúde pública pelo controle do contato com solo e água contaminados, bem como pela promoção de atividades físicas, e oferecimento de espaços para contemplação, interação social, expressão cultural e educação ambiental;
- Criar um retorno financeiro de longo alcance em termos de valor das propriedades, investimentos urbanos e finalmente, no aumento da base fiscal municipal.

Estas áreas verdes articulam o espaço com o sistema viário e edificações e têm funções tradicionais de lazer, recreação e contemplação. Devem ser encaradas como parte integrante da infraestrutura urbana, não meramente um meio de embelezamento urbano. As ações de revitalização de corpos hídricos devem seguir as seguintes diretrizes básicas:

- Identificação dos rios ou trechos de cursos d'água passíveis de restauração;
- Delineamento dos objetivos que se pretende alcançar, o que muitas vezes é dependente das condições de degradação inicial do corpo hídrico;
- Realização de debates com a comunidade para troca de informações. Nesta etapa, é extremamente importante que a comunidade adote a proposta, desta forma ela poderá zelar pelo novo espaço que será criado, e este tende a ser mantido;
- Desenvolvimento de projeto conceitual com a participação de equipe multidisciplinar e da comunidade;
- Desenvolvimento de projeto executivo;
- Execução das ações de revitalização, obras e manutenção;
- Monitoramento antes e após a implantação das ações de revitalização.

A recuperação e preservação de rios canalizados e sua transformação em corredores verdes contribuem para a reintegração dos rios à paisagem urbana, preservando os córregos ainda em estado natural e melhorando a situação dos rios canalizados. A estas áreas podem ainda ser incorporados equipamentos de uso da população, áreas de recreação e áreas de preservação. A Figura 23 a seguir ilustra as etapas de revitalização de um rio canalizado.

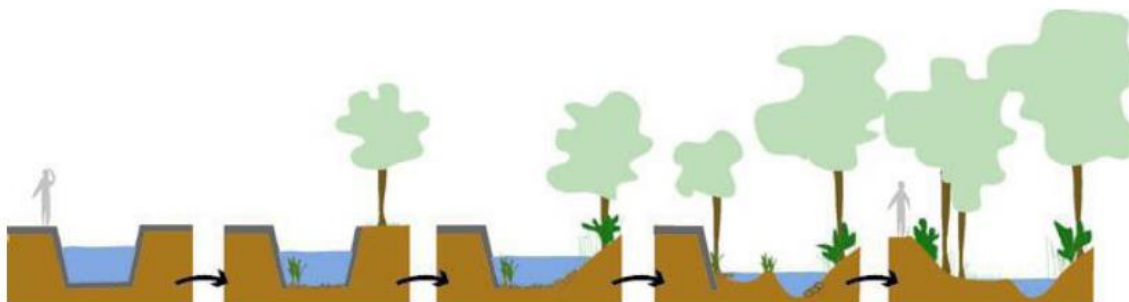


Figura 23 – Revitalização de um rio canalizado
Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

A Tabela 17 a seguir apresenta possibilidades de recuperação dos corpos hídricos de acordo com a superfície impermeável da bacia e os objetivos de revitalização esperados.

Tabela 17 – Capacidade de recuperação de corpos d’água de acordo com a superfície impermeável da bacia

Objetivo	Parcela impermeável da camada			
	10 a 25%	25 a 40%	40 a 60%	60 a 100%
Limpeza da calha e margens	○	○	●	●
Revitalização da vegetação da calha e margens	○	○	●	●
Proteção das estruturas hidráulicas	○	○	●	●
Prevenção de erosão das margens	○	○	●	●
Redução do número de interrupções que restringem o movimento da vida aquática	○	○	●	●
Alcançar o desenho natural do canal	●	●	●	X
Recuperação da diversidade biológica e suas funções	●	●	●	X

- = Viabilidade de implantação;
- = Viabilidade de implantação dependente de condição específica;
- = Viabilidade de implantação apenas em trechos isolados;
- X = Inviável, a princípio

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

3.6.4 Sistemas de wetlands construídas

Esta atividade tem o objetivo de apresentar diretrizes gerais para projeto, implantação e monitoramento de sistemas de wetlands construídas, com prioridade para áreas de proteção de mananciais, empregando técnicas de redução de poluição.

Os sistemas de wetlands são regiões com ecossistemas naturais que ficam parcial ou totalmente inundadas durante o ano, nas quais o solo, a vegetação e micro-organismos promovem remoção poluentes da água. São zonas de transição, existentes no trajeto das águas que escoam por uma bacia, situadas entre as regiões

mais altas a montante e os ecossistemas aquáticos a jusante.

A ideia por trás das wetlands construídas é reproduzir o meio natural em determinadas localizações dentro ou próximas à zona urbanizada, desta forma proporcionando melhores condições para o tratamento de águas poluídas quando comparadas aos sistemas naturais.

Estes sistemas têm sido aplicados largamente em países desenvolvidos, cumprindo diversas funções, entre elas:

- Redução da ocupação irregular de áreas de várzeas;
- Abertura de espaços para uso da população;
- Modificação e controle da qualidade das águas;
- Restauração de ecossistemas e proteção à biodiversidade;
- Controle de erosão e de assoreamento dos rios;
- Recarga de aquífero;
- Redução da temperatura provocada pelas ilhas de calor;
- Restabelecimento parcial do microclima local, aumento a evaporação e a evapotranspiração;
- Regularização de fluxos de água e amortecimento de picos de enchentes;

Os benefícios obtidos através destes sistemas os tornam vantajosos para serem utilizados nas áreas de proteção de mananciais da RMGV, visando melhorar a qualidade da água e a proteção das várzeas sujeitas à ocupação irregular.

O bom desempenho de wetlands depende de estudos multidisciplinares em diversas áreas de conhecimento, entre elas hidrologia, hidráulica, geologia, geotecnia, botânica, zoologia, arquitetura, paisagismo, entre outros. O escopo de implantação de projetos de wetlands construídas se resume a:

- Seleção de áreas;
- Levantamentos de campo: topografia, sondagens e ensaios geotécnicos;
- Monitoramento de vazões e da qualidade da água;
- Desenvolvimento de projeto conceitual com a participação de consultoria internacional;
- Desenvolvimento de projeto executivo;
- Execução das obras;
- Operação e monitoramento;
- Estudos de eficiência;

- Execução de eventuais ajustes para aumento da eficiência;
- Elaboração de relatório com conclusões sobre o uso potencial do sistema em áreas de mananciais e especificações para a execução de novos sistemas.

As wetlands construídas devem ser projetadas para utilizar plantas aquáticas em substratos e microrganismos que, através de processos biológicos, químicos e físicos, tratam as águas poluídas. As wetlands exercem funções semelhantes ao tratamento convencional de águas residuárias, como sedimentação, filtração, digestão, oxidação, redução, adsorção e precipitação. Estes processos são verificados à medida que a água se desloca através das células da wetland.

No Brasil, alguns estudos e projetos de wetlands existem e podem ser tomados como referência, os quais apresentam designs diferentes dependendo de suas finalidades. Conclusões das aplicações de wetlands indicam potencial de purificação de água em diversas situações, como tratamento integral de esgoto doméstico, tratamento secundário, tratamento de efluente agrícola, tratamento do escoamento superficial urbano, barreiras de retenção para o controle da poluição difusa, tratamento de grandes volumes de água de rios, tratamento de água de rios Classe 2 para abastecimento industrial e urbano e até recuperação de áreas alagadas com o intuito principal de aumento de biodiversidade e atividades educacionais.

A aplicação de wetlands em ambiente urbano é vantajosa para o sistema de manejo das águas pluviais, pois mitiga os efeitos do escoamento pluvial associado à urbanização. É oportuno, portanto, o desenvolvimento de estudos, implantação e monitoramento destes sistemas tendo como objetivo sua adequação às condições climáticas e ambientais locais.

3.6.5 Projetos integrados de águas pluviais e esgotos sanitários

Considerando as alternativas de sistemas separadores, unitários e mistos, este item apresenta a proposta de desenvolvimento de tecnologias de projetos integrados de sistemas de manejo de águas pluviais e de esgotamento sanitário, com objetivo de traçar diretrizes para implantação, operação e manutenção dos dois sistemas em questão, tendo como foco o controle da carga poluidora que atinge os corpos de água por fontes pontuais e difusas.

Em períodos secos do ano, é comum parte dos esgotos coletados em zonas urbanas fluir para os corpos hídricos através das galerias de águas pluviais, enquanto nas épocas chuvosas, uma parcela das águas pluviais escoam para as estações de tratamento de esgotos. Como as ETEs não são concebidas e operadas considerando a poluição difusa típica de águas pluviais, a eficiência na remoção de cargas nesse caso é limitada, seja pelo volume menor no tempo seco seja pela diluição dos efluentes no tempo de chuvas.

A poluição difusa tem como fontes originárias principais a abrasão e desgaste das ruas pelos veículos, resíduos sólidos nas ruas e calçadas, resíduos orgânicos de animais, atividades de construção, resíduos de combustíveis, óleos e graxas deixados por

veículos, poluentes do ar e outros lançamentos indevidos ao sistema de drenagem

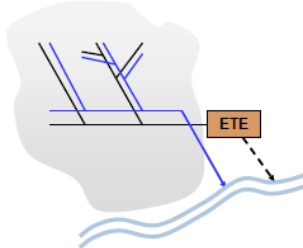
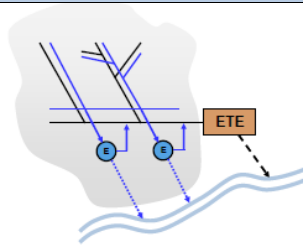
Esses são problemas decorrentes da falta de integração entre os projetos e o gerenciamento dos sistemas coletores de esgotos sanitários e de águas pluviais urbanas. É evidente, portanto, a necessidade de implantação de mecanismos de controle da carga difusa e suas medidas de controle para atingir as metas estabelecidas de qualidade da água.

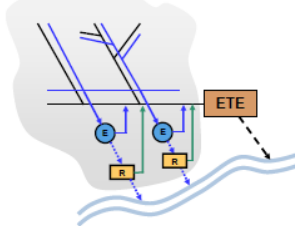
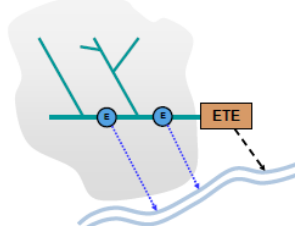
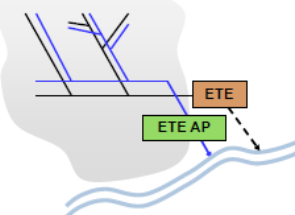
A carga poluente difusa é concentrada na primeira parte do escoamento superficial. Este fenômeno é conhecido como carga de lavagem do escoamento superficial. Considerando essa situação, propõe-se alternativas para implantação, operação e manutenção de sistemas de captação e tratamento dessas cargas poluidoras, a partir de experiências bem-sucedidas em outros países.

Estratégias de controle

A configuração das redes urbanas de drenagem e esgotos depende muito das características locais, como corpo receptor, nível de tratamento necessário, relevo etc.

Existem diversas configurações possíveis entre os sistemas de drenagem e esgotos sanitários, sendo que o planejamento deve decidir qual a melhor a ser aplicada em seu contexto. As configurações são esquematizadas a seguir.

Sistema	Descrição
<p>Figura 24 – Sistema separador convencional</p> 	<p>É o sistema utilizado normalmente no Brasil, no qual as águas pluviais são coletadas e lançadas diretamente no curso de água. Os esgotos são coletados, transportados em uma rede separada e encaminhados para uma estação de tratamento.</p>
<p>Figura 25 – Sistema separador com extravasor</p> 	<p>A vazão base e uma parcela das águas de chuva que escoam pelas galerias de águas pluviais é encaminhada para o tratamento. É indicado quando a poluição difusa transportada pelas galerias de águas pluviais é alta por causa da presença de lançamentos não identificados de esgotos.</p>
<p>Figura 26 – Sistema separador com extravasor e reservatório</p>	<p>Similar à configuração anterior, mas uma parcela das águas pluviais é armazenada</p>

	<p>temporariamente para posterior lançamento na ETE, tratando um volume maior de águas pluviais sem a necessidade de aumentar muito a capacidade do sistema de tratamento de esgotos.</p>
<p>Figura 27 – Sistema unitário com extravasor</p>	<p>No sistema unitário, os esgotos e águas pluviais são coletados e transportados pelos mesmos condutos. A implantação de extravasores posicionados em pontos estratégicos permitem o alívio da rede coletora em ocasiões de chuvas intensas, quando houver uma diluição dos efluentes compatível com a capacidade de depuração do corpo receptor.</p>
	<p>Rede coletora unitária com reservatórios de acumulação das águas de primeira chuva, cujo funcionamento segue o mesmo princípio do tipo descrito na Figura 24.</p>
<p>Figura 29 – Sistema separador com tratamento de esgoto e águas pluviais</p>	<p>Sistema separador em que é realizado tratamento separado das águas pluviais e esgotos sanitários em estações de tratamento próprias.</p>
	

Fonte: (Prefeitura de São Paulo, 2012).

Aplicações recentes em cidades europeias mostram que o sistema unitário (Figura 27 e Figura 28) dotados de extravasores e reservatórios de primeira chuva oferecem proteção ambiental dos corpos hídricos receptores análoga àquela obtida com um sistema separador com tratamento de águas pluviais como o da Figura 29. Isso significa que dispositivos hidráulicos localizados em pontos estratégicos aduzem as águas do período inicial de chuvas intensas e as destinam para o tratamento em

função da sua elevada carga poluidora. Em geral são as primeiras chuvas que “lavam as cidades” depois do período de estiagem e portam dissolvidas ou em suspensão uma grande massa de poluentes.

A separação completa e efetiva dos esgotos das águas pluviais nas redes existentes, planejadas como separadoras, mas que operam de fato como unitárias, envolve custos demasiadamente altos, assim como dificuldades técnicas e administrativas de difícil solução, elevando a necessidade de fiscalização e participação da população. Nesses casos, é indicada a adoção de estratégias como aquelas apresentadas neste item.

Somente um planejamento de longo prazo e baseado em cadastro completo, como apresentado anteriormente conseguiria estabelecer um conjunto de ações e projetos destinados a fazer essa separação, inviável economicamente em curto ou médio prazo. No entanto, isso não significa que ações pontuais e localizadas sejam feitas para de fato separar as águas pluviais dos esgotos sanitários em seções que sejam mais conhecidas e que proporcionem resultados imediatos.

4 Gestão das águas urbanas

Tendo sido apresentados os requisitos do ponto da engenharia e as questões organizacionais, o presente capítulo traz mais elementos que impactam na gestão das águas urbanas em função das leis federais e estaduais mais recentes, promulgadas durante a elaboração deste PDAU, o qual não poderia se omitir em face das profundas alterações trazidas. Como já mencionado anteriormente, a regionalização do saneamento é um avanço do Novo Marco Legal do Saneamento sendo aqui tratado, assim como a questão da regulação da prestação de serviços. Também são apresentadas as alternativas institucionais a gestão das águas urbanas, assim como os requisitos para o controle social conforme as definições das legislações pertinentes. Por fim, há um breve comentário sobre as possíveis alternativas para financiamento dos serviços.

Reforça-se que a tomada de decisão sobre as melhores alternativas para a gestão das águas urbanas da RMGV deve ser objeto de ações pós-PDAU, levando-se em considerações todas as contribuições do ponto de vista de medidas estruturais, não estruturais e de gestão produzidas do projeto. Este elemento é detalhado no item 6.

4.1 Regionalização das Águas Pluviais Urbanas

Uma das principais novidades introduzidas na atualização do marco legal do saneamento básico no Brasil (Lei 14.026 de 2020) é o tema da regionalização. Com o fulcro de tornar o setor do saneamento básico atraente ao capital privado, a nova legislação passou a obrigar os titulares dos serviços de saneamento básico, no caso desses optarem por delegar a prestação dos serviços, a abrirem licitação, criando um regime de livre concorrência no setor. O legislador optou por acabar com a possibilidade de os titulares celebrarem contratos de programa, sem licitação, com as concessionárias públicas (empresas públicas e sociedades de economia mista), que durante décadas se mantêm como as principais responsáveis pela prestação dos serviços de saneamento básico no país, principalmente os ligados aos componentes do abastecimento de água e do esgotamento sanitário.²

O possível avanço na delegação da prestação às empresas privadas e a possibilidade de privatização de algumas concessionárias públicas geraram preocupação quanto aos municípios deficitários, isto é, aqueles municípios cuja cobrança pela prestação dos serviços não garante a sustentabilidade econômico-financeira da operação. Até então, as concessionárias públicas, apesar de serem sociedades empresariais que visam o lucro, garantem a prestação dos serviços nestes municípios através de um

² Essa não é a realidade da prestação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, em que há a predominância da prestação pela própria administração direta dos municípios através de determinadas secretarias.

mecanismo conhecido como subsídio cruzado; visto que foram criadas com o intuito de promover avanços no saneamento básico no país de modo a garantir a universalidade da prestação, compromisso este que inexistia com as empresas privadas.

Para que determinados municípios não ficassem sem alternativas, o legislador identificou como solução a regionalização. A prestação regionalizada foi elevada ao patamar de princípio fundamental da prestação dos serviços de saneamento, sendo entendida como a modalidade de prestação integrada de um ou mais componentes dos serviços públicos de saneamento básico em determinada região cujo território abranja mais de um Município, podendo ser estruturada em:

- a) região metropolitana, aglomeração urbana ou microrregião: unidade instituída pelos Estados mediante lei complementar, de acordo com o § 3º do art. 25 da Constituição Federal, composta de agrupamento de Municípios limítrofes e instituída nos termos da Lei nº 13.089 de 2015 (Estatuto da Metrópole);
- b) unidade regional de saneamento básico: unidade instituída pelos Estados mediante lei ordinária, constituída pelo agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, para atender adequadamente às exigências de higiene e saúde pública, ou para dar viabilidade econômica e técnica aos Municípios menos favorecidos;
- c) bloco de referência: agrupamento de Municípios não necessariamente limítrofes, estabelecido pela União nos termos do § 3º do art. 52 desta Lei e formalmente criado por meio de gestão associada voluntária dos titulares.³

Em suma, a opção do legislador foi pela criação de unidades que agrupem municípios lucrativos e deficitários de modo a manter o instrumento do subsídio cruzado na situação de delegação da prestação para empresas privadas. A lei conferiu a possibilidade de os Estados instituírem até o dia 15 de julho de 2021 unidades regionais, sendo que após este prazo poderá a União instituir os blocos de referência apontados.

O Estado do Espírito Santo, cumprindo com os prazos legais, editou a Lei Complementar Estadual nº 968 de 2021 instituindo a Microrregião de Águas e Esgoto. A referida microrregião é uma autarquia intergovernamental que engloba os 78 municípios existentes no Estado (art. 2º). Apesar da nomenclatura, também foi considerado como função pública de interesse comum da microrregião o planejamento, a regulação, a fiscalização e a prestação, direta ou contratada, dos serviços públicos de manejo de águas pluviais urbanas (art. 3º), o que gera

³ Art. 2º, XIV, e Art. 3º, V, da Lei 11.445 de 2007. Redações incluídas pela Lei nº 14.026 de 2020.

repercussões no PDAU.

Em relação a governança da Microrregião, integram a estrutura dessa (art. 6º):

- I. o Colegiado Regional, composto pelo prefeito de cada Município que a integra, ou, na sua ausência e impedimento, a autoridade municipal por ele indicado, e por 1 (um) representante do Governo do Estado do Espírito Santo;
- II. o Comitê Técnico, composto por 3 (três) representantes do Estado do Espírito Santo, sendo um deles da Secretaria de Estado de Saneamento, Habitação e Desenvolvimento Urbano - SEDURB, por 8 (oito) representantes dos Municípios integrantes da Microrregião e por 1 (um) representante docente de Universidade Federal ou Estadual com sede no Estado do Espírito Santo;
- III. o Conselho Participativo composto por:
 - a) 3 (três) representantes da sociedade civil escolhidos pela Assembleia Legislativa do Espírito Santo - Ales;
 - b) 6 (seis) representantes da sociedade civil escolhidos pelo Colegiado Regional;
 - c) 1 (um) representante de um dos sindicatos que represente os trabalhadores de uma das atividades vinculadas às funções públicas de interesse comum previstas no art. 3º; e
 - d) 1 (um) representante dos usuários indicado pela Federação das Associações de Moradores e Movimentos Populares do Estado do Espírito Santo - FAMOPES;
- IV. O Secretário Geral, eleito pelo Colegiado Regional, possuirá autonomia e mandato de 3 (três) anos, renovável por mais um período (§ 2 do art. 9º).

É importante salientar que a referida microrregião foi instituída com base em estudo realizado pela SEDURB que possui como o critério predominante para justificar essa proposta de uma microrregião, em detrimento da outra alternativa apresentada (quatro microrregiões), foi de natureza econômica, levando em consideração a cobrança pela prestação dos componentes do abastecimento de águas e esgotamento sanitário. Nenhum tipo de argumento relacionado ao manejo de águas pluviais foi apresentado. Esse estudo elaborou e analisou duas alternativas de divisão estadual para fins de gestão do saneamento básico:

- Proposta 1: Criação de quatro microrregiões de saneamento básico;
- Proposta 2: Criação de uma única microrregião de saneamento básico abrangendo a totalidade do estado.

A Figura 30 a seguir apresenta as subdivisões propostas.

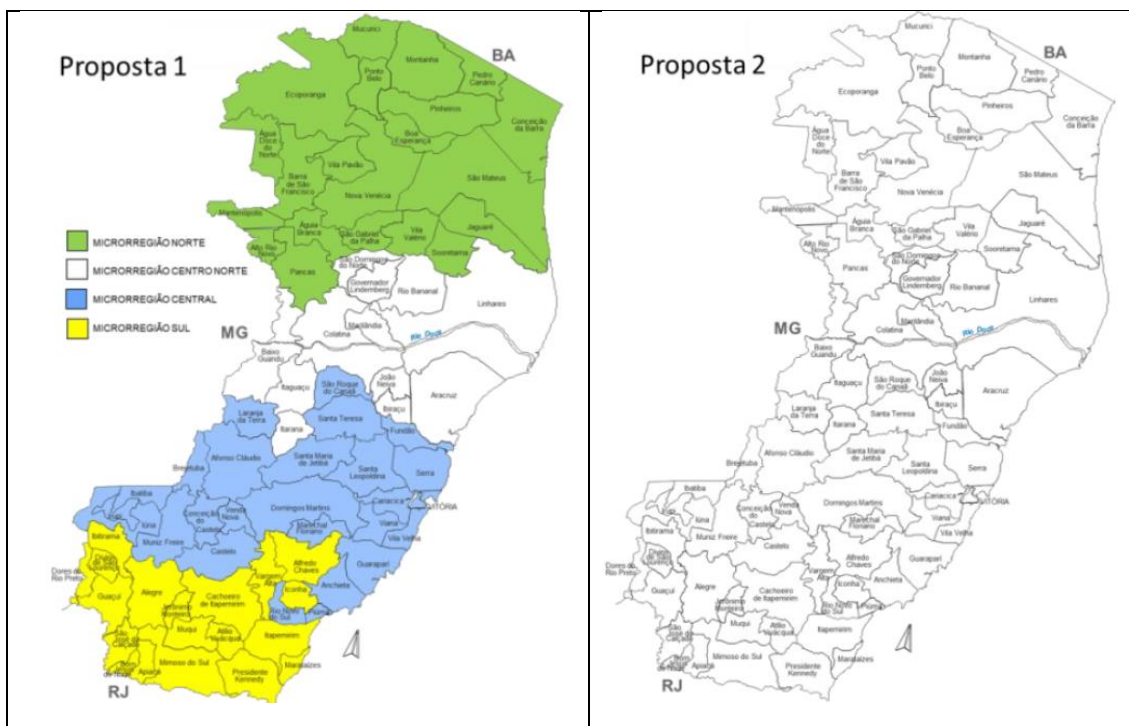


Figura 30 – Possíveis divisões do estado em microrregiões de saneamento básico
Fonte: (SEDURB, 2021).

O objetivo de propor essas alternativas de divisão é analisar a viabilidade técnica, econômica e financeira da prestação regional do serviço de saneamento, principalmente em municípios em que se verifique o compartilhamento de instalações operacionais de infraestrutura de abastecimento de água e esgoto sanitário, denotando a necessidade de organizá-los, planejá-los e operá-los de forma conjunta e integrada.

O estudo em questão analisa essas opções sob o ponto de vista apenas dos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário. É possível, entretanto, aplicar os mesmos princípios para uma prestação regionalizada dos serviços de manejo de águas pluviais, visto que a água da chuva que cai e esco superficialmente não respeita limites municipais políticos e, pela legislação vigente, passa a estar sujeita à cobrança pública. Estruturas de drenagem e manejo dessas águas tem efeito regional que extrapola divisas, principalmente em uma região metropolitana densamente povoada como a da Grande Vitória.

Os cálculos de viabilidade técnica conduzidos pelo estudo consideraram como premissa concessões de 30 anos, revisão tarifária pela tarifa média das Companhias Estaduais de Saneamento, R\$ 4,65, escalonando em 10 anos, inadimplência eficiente de 2,5% ao ano, custo de operação (OPEX) eficiente, escalonando em 10 anos, até chegar a 45% da receita e dados de diversos órgãos públicos como SNIS, ANA e o Plano Nacional de Saneamento (PLANSAB).

Os investimentos necessários para atingir as metas de universalização de água e esgotos previstas pela Lei 14.026/2020 foram estimados com base em valores

investidos pela CESAN em 2019, multiplicados por 2, devido à falta de informações tangíveis do estado de conservação de redes e ligações. Também foi considerado universalização em 20 anos, e os 10 anos seguintes considerando somente o crescimento vegetativo.

A principal conclusão que chega o estudo é que é factível a universalização dos serviços de saneamento básico nos municípios capixabas dentro das metas estabelecidas pela Lei 14.026/2020, desde que haja uma gestão eficiente e uma tarifa adequada.

Os cálculos apresentados no estudo concluem que uma única Microrregião de Águas e Esgoto aparenta ser a proposta que apresenta o melhor retorno financeiro, conforme resume a Tabela 18 a seguir. O retorno considera a arrecadação com escalonamento de tarifa, descontados os investimentos para atingir universalização e os custos de operação no período (OPEX).

Tabela 18 – Comparação de retorno financeiro e payback das propostas de divisão de microrregião de água e esgoto do estado do Espírito Santo

Proposta	Microrregião	Num. municípios	Retorno (R\$)	Payback (anos)
Proposta 1: 4 Microrregiões	Central	26	11,4 bi	10
	Centro-Norte	12	1,7 bi	16
	Sul	19	1,8 bi	13
	Norte	21	258,5 mi	26
	Somatório	78	15,2 bi	-
Proposta 2: Microrregião única	Todo Estado do ES	78	15,2 bi	13

Fonte: (SEDURB, 2021).

Apesar do retorno financeiro somado das quatro microrregiões da proposta 1 ser igual ao da proposta 2, aproximadamente R\$ 15,2 bilhões em 30 anos, o payback do estado todo, ou seja, período em que os investimentos em universalização são superados pela arrecadação em tarifas, é de 13 anos, menor que nas regiões centro-norte e norte.

Esse arranjo torna a proposta 2 mais equilibrada em razão da alta sustentabilidade proporcionada pelos municípios da Região Central – que abrange a RMGV e concentra 50% da população do Estado – que é compartilhada com os demais municípios menos sustentáveis, na forma de subsídios cruzado.

O estudo entra em mais detalhe na situação individual de cada município capixaba dentro desses cenários, verificando que alguns, se tratados de forma isolada, não têm

a capacidade econômica de viabilizar investimentos necessários à universalização dos serviços de saneamento básico. Todavia, quando tratados de forma regionalizada, tanto em quatro regiões, quanto em uma única região, verifica-se que este alcance se mostra viável, e a proposta 2 apresenta menor lapso de tempo principalmente para aqueles localizados na porção norte do Estado, onde o déficit de estruturas de saneamento é mais pronunciado.

A conclusão do estudo da SEDURB é que o melhor modelo para o ganho de escala e governança na gestão de águas e esgoto é o de criação de somente uma região, considerando que o Estado do Espírito Santo possui dimensões que se adequam a esta proposição.

É importante ressaltar que o estudo da SEDURB considera apenas os eixos de abastecimento de água e esgotamento sanitário do saneamento básico, sem fazer menção ao manejo de águas pluviais, visto que a legislação e experiências práticas a respeito da regionalização desde eixo no país, e até no restante do mundo, é incipiente. A partir do momento em que há algum tipo de arrecadação pelas águas pluviais urbanas, há a possibilidade de aplicação desta análise agregando esse serviço de saneamento

4.2 Alternativas Institucionais

Antes de se apresentar as alternativas institucionais é importante se destacar que a prestação dos serviços de saneamento básico pode ser entendida como: atividade, acompanhada ou não de execução de obra, com objetivo de permitir aos usuários acesso a serviço público de saneamento básico com características e padrões de qualidade determinados pela legislação, planejamento ou regulação (art. 2º, V. Decreto nº 7.217).

A prestação dos serviços é mais uma das funções inerentes à titularidade, portanto os titulares dos serviços de saneamento básico poderão optar por prestar os serviços das seguintes formas previstas no art. 38 da Lei nº 11.445:

- I. diretamente, por meio de órgão de sua administração direta ou por autarquia, empresa pública ou sociedade de economia mista que integre a sua administração indireta, facultado que contrate terceiros, no regime da Lei no 8.666, de 21 de junho de 1993, para determinadas atividades;
- II. de forma contratada:
 - a) indiretamente, mediante concessão ou permissão, sempre precedida de licitação na modalidade concorrência pública, no regime da Lei no 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; ou
 - b) no âmbito de gestão associada de serviços públicos, mediante contrato de programa autorizado por contrato de consórcio público ou por convênio de cooperação entre entes federados, no regime da Lei no 11.107, de 6 de abril de 2005; ou

III. nos termos de lei do titular, mediante autorização a usuários organizados em cooperativas ou associações, no regime previsto no art. 10, § 1o, da Lei no 11.445, de 2007, desde que os serviços se limitem a:

a) determinado condomínio; ou

b) localidade de pequeno porte, predominantemente ocupada por população de baixa renda, onde outras formas de prestação apresentem custos de operação e manutenção incompatíveis com a capacidade de pagamento dos usuários.⁴

Em relação à DMAPU, a tendência no Brasil é de que tais serviços sejam prestados pela própria administração direta dos entes municipais. Isso é observado em relação aos sete municípios da RMGV, que se utilizam de secretarias, geralmente de obras, para a prestação dos serviços de DMAPU.

A DMAPU foram alçados ao patamar de função pública de interesse comum da Região Metropolitana da Grande Vitória, o que envolve a estrutura de governança dessa para a definição de ações a serem desenvolvidas que extrapolem os interesses locais. Em relação a estrutura de governança básica de uma região metropolitana, prevista no Estatuto da Metrópole, o único órgão faltante na estrutura da RMGV é um órgão executor das políticas públicas. Na falta desse, as ações a serem desenvolvidas definidas pelo COMDEVIT têm sido executadas por órgãos ou outras entidades da administração direta do Estado do Espírito Santo como, por exemplo, a SEDURB. No caso de a Região Metropolitana continuar a desempenhar papel relevante na DMAPU, a criação de um órgão executor é recomendável para uma melhor articulação e harmonização das políticas metropolitanas e locais.

Com a regionalização da DMAPU, discutida no item 4.1, fora instituída a Microrregião, que se reveste como autarquia interfederativa, o que gera dúvidas sobre seus impactos no futuro da prestação dos serviços no Estado do Espírito Santo, isto é, se sucederá a prestação realizada pelos entes municipais ou se serão complementares umas às outras (alternativa mais provável).

Em suma, atualmente, existem três diferentes níveis envolvidos na prestação dos serviços de DMAPU: o nível municipal, o metropolitano e o da microrregião. Recomenda-se que a Lei Complementar Estadual nº 968 de 2021 seja regulamentada de modo a deixar claro o papel a ser desempenhado, para que não haja superposição de funções.

Há imensas dificuldades na intersecção entre municípios e o Estado. É adequado classificar como macrodrenagem qualquer tubulação com diâmetro maior ou igual a

⁴ A autorização prevista no inciso III deverá prever a obrigação de transferir ao titular os bens vinculados aos serviços por meio de termo específico, com os respectivos cadastros técnicos. (art. 38, III, Parágrafo único).

600 mm, logo de competência estadual? Diâmetros menores como os usuais de galerias que desaguam em corpos receptores maiores de águas pluviais são municipais? O rio Marinho e o Formate tem galerias que desaguam nas suas calhas, mas quando seu nível sobe e há reversão de sentido nas galerias, essas continuam como de competência municipal? Logo, é necessário ir um passo adiante na definição das competências do Estado (região metropolitana) e dos municípios, porém algo é certo: é necessária a integração entre as ações entre municípios e com o Estado.

O rio Marinho é limite municipal, como é o Formate. A solução efetiva ocorrerá quando os municípios envolvidos se reúnam e busquem solução comum. A proposição de solução exclusivamente municipal não levará a resultados efetivos se não houver uma coordenação.

O conhecimento é a base para a gestão e a proposição de soluções efetivas, portanto um centro de controle operacional que se baseie em coletas em tempo real de cursos d'água e situação de suas calhas, iniciando pelos mais críticos é fundamental. Assim, independentemente da forma como se organize, um ente específico de manejo de águas pluviais que continuamente as monitore é a base. Tanto o Estado quanto os municípios possuem responsabilidades, mas as soluções dependem não somente de trabalhos técnicos como o PDAU, mas de articulação entre esses federativos para que as soluções sejam efetivas.

Ao mesmo tempo que a regionalização prevista em lei trouxe novos desafios ao setor de saneamento e mais ainda para o manejo de águas pluviais, há uma busca permanente de soluções de governança. Um caminho é a criação de uma autarquia metropolitana com participação do Estado e dos Municípios na sua gestão. A autarquia teria as funções técnicas e propriedades organizacionais mencionadas, mas sem se sobrepor às existentes nos municípios, mas articularia suas ações. Ainda são muito incipientes essas proposições nacionalmente, mas uma autarquia interfederativa é uma possibilidade.

4.3 Controle Social

O controle social é um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços de saneamento básico⁵ que pode ser entendido como o conjunto de mecanismos e procedimentos que garantem à sociedade informações, representações técnicas e participação nos processos de formulação de políticas, de planejamento e de avaliação relacionados aos serviços públicos de saneamento básico (art. 2º, VI, Decreto nº 7.217).

O Decreto nº 7.217, que regulamenta a Lei nº 11.445, apresenta, em seu art. 34, um rol de mecanismos que poderão ser adotadas para instituir o controle social, que são:

⁵ Art. 2º, X, da Lei nº 11.445.

- debates e audiências públicas;
- consultas públicas;
- conferências das cidades; ou
- participação de órgãos colegiados de caráter consultivo na formulação da política de saneamento básico, bem como no seu planejamento e avaliação.

Em relação às possibilidades apresentadas em lei, uma merece particular destaque que são os órgão colegiados, visto que o § 6º do art. 34 do Decreto nº 7.217 vedou, após 31 de dezembro de 2014, o acesso aos recursos federais ou aos geridos ou administrados por órgão ou entidade da União, quando destinados a serviços de saneamento básico, àqueles titulares de serviços públicos de saneamento básico que não instituírem, por meio de legislação específica, o controle social realizado por órgão colegiado.

Em face dessa vedação, recomenda-se que os municípios da RMGV que já possuem Conselhos de Saneamento Básico previstos em Lei de fato instituem essas entidades para o exercício do controle social das políticas públicas de saneamento básico, dentre estas aquelas ligadas à DMAPU. Já o município de Guarapari, que não fora identificado a previsão legal de conselho de saneamento básico que exerça essa função de órgão colegiado, é de fundamental importância que esse seja criado por lei para o acesso aos recursos federais.

Recomenda-se também a instituição de entidade para exercer o controle das políticas públicas de saneamento básico em nível metropolitano ou para a recém-criada Microrregião de Águas e Esgoto (que envolve a DMAPU). Dessa forma será as políticas e ações que extrapolem o interesse local estarem sujeitas ao controle por parte da população.

O controle social não somente foi posto mais uma vez na lei federal nº. 14.026/20, mas sua importância reforçada, daí sua necessária menção neste capítulo, lembrando todas as atividades feitas durante o PDAU pela sua equipe e pela contratante.

4.4 Regulação da Prestação de Serviços

A regulação é uma das funções a serem desempenhadas no exercício da titularidade dos serviços de saneamento básico. Essa função pode ser definida como todo e qualquer ato que discipline ou organize determinado serviço público, incluindo suas características, padrões de qualidade, impacto socioambiental, direitos e obrigações dos usuários e dos responsáveis por sua oferta ou prestação e fixação e revisão do valor de tarifas e outros preços públicos, para atingir os objetivos do art. 27 (art. 2º, II, do Decreto nº 7.217 de 2010).

É importante salientar que o titular dos serviços públicos de saneamento, independente da modalidade da prestação desses (alguma das alternativas apresentadas no item 4.2), deve definir a entidade responsável pela regulação e pela

fiscalização desses serviços (art. 8º, II, § 5º, e art. 9º, II, da Lei 11.445 de 2007), podendo ser delegada a qualquer entidade reguladora, sendo que no ato de delegação será explicitada a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º).

Há a possibilidade de o titular optar por aderir a uma agência reguladora em outro Estado da Federação, porém essa só poderá ocorrer se: (art. 23, § 1º-A).

- I. não exista no Estado do titular agência reguladora constituída que tenha aderido às normas de referência da ANA
- II. seja dada prioridade, entre as agências reguladoras qualificadas, àquela mais próxima à localidade do titular; e
- III. haja anuência da agência reguladora escolhida, que poderá cobrar uma taxa de regulação diferenciada, de acordo com a distância de seu Estado.

Antes de adentrar nas diretrizes legais sobre como a regulação deve ser desempenhada, é indispensável mencionar que nenhum dos municípios da RMGV, como titulares dos serviços, indicou entidade reguladora para a DMAPU. Somente os serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário foram delegados para a Agência de Regulação de Serviços Públicos do Estado do Espírito Santo (ARSP), visto que a mesma não desempenha esta atividade em relação ao manejo das águas pluviais e vêm dando enfoque de atuação regular os serviços referentes aqueles outros componentes do saneamento básico, principalmente nos municípios cuja prestação fora delegada à Cesan, o que não impede o desempenho dessa atividade nos municípios que optarão por delegar os serviços para empresas privadas, públicas municipais ou autarquias.

Em face disso, recomenda-se que o Estado do Espírito Santo supra essa lacuna e confira a ARSP a possibilidade de regular os serviços de DMAPU, ou que o mesmo crie uma entidade capaz de exercer essa função, independente da prestação dos serviços serem realizados, atualmente, em sua maior parte pela própria administração direta dos municípios.

A referida função deve ser desempenhada por entidade de natureza autárquica dotada de independência decisória e autonomia administrativa, orçamentária e financeira, atenderá aos princípios de transparência, tecnicidade, celeridade e objetividade das decisões (art. 21 da Lei 11.445). São objetivos:

- I. estabelecer padrões e normas para a adequada prestação e a expansão da qualidade dos serviços e para a satisfação dos usuários, com observação das normas de referência editadas pela ANA;
- II. garantir o cumprimento das condições e metas estabelecidas nos contratos de prestação de serviços e nos planos municipais ou de prestação regionalizada de saneamento básico;
- III. prevenir e reprimir o abuso do poder econômico, ressalvada a competência

dos órgãos integrantes do Sistema Brasileiro de Defesa da Concorrência; e

- IV. definir tarifas que assegurem tanto o equilíbrio econômico-financeiro dos contratos quanto a modicidade tarifária, por mecanismos que gerem eficiência e eficácia dos serviços e que permitam o compartilhamento dos ganhos de produtividade com os usuários. (art. 22).

A entidade reguladora, observadas as diretrizes determinadas pela ANA, deverá editar normas relativas às dimensões técnica, econômica e social de prestação dos serviços públicos de saneamento básico, que abrangerão, pelo menos, os seguintes aspectos: (Art. 23, I ao XIV; o XII fora vetado).

- I. padrões e indicadores de qualidade da prestação dos serviços;
- II. requisitos operacionais e de manutenção dos sistemas;
- III. as metas progressivas de expansão e de qualidade dos serviços e os respectivos prazos;
- IV. regime, estrutura e níveis tarifários, bem como os procedimentos e prazos de sua fixação, reajuste e revisão;
- V. medição, faturamento e cobrança de serviços;
- VI. monitoramento dos custos;
- VII. avaliação da eficiência e eficácia dos serviços prestados;
- VIII. plano de contas e mecanismos de informação, auditoria e certificação;
- IX. subsídios tarifários e não tarifários;
- X. padrões de atendimento ao público e mecanismos de participação e informação;
- XI. medidas de segurança, de contingência e de emergência, inclusive quanto a racionamento;
- XII. procedimentos de fiscalização e de aplicação de sanções previstas nos instrumentos contratuais e na legislação do titular; e
- XIII. diretrizes para a redução progressiva e controle das perdas de água.

Ainda em relação ao desempenho da função de regulação, na hipótese em que mais de um prestador execute atividade interdependente com outra, a relação entre elas deverá ser regulada por contrato e haverá entidade única encarregada das funções de regulação e de fiscalização (Art. 12, § 1o), devendo a entidade de regulação definir, pelo menos:

- I. as normas técnicas relativas à qualidade, quantidade e regularidade dos serviços prestados aos usuários e entre os diferentes prestadores envolvidos;
- II. as normas econômicas e financeiras relativas às tarifas, aos subsídios e aos

- pagamentos por serviços prestados aos usuários e entre os diferentes prestadores envolvidos;
- III. a garantia de pagamento de serviços prestados entre os diferentes prestadores dos serviços;
 - IV. os mecanismos de pagamento de diferenças relativas a inadimplemento dos usuários, perdas comerciais e físicas e outros créditos devidos, quando for o caso;
 - V. o sistema contábil específico para os prestadores que atuem em mais de um Município.

Em suma, conforme a atual legislação, não governança adequada se não houver um ente que faça a regulação e a fiscalização da prestação de serviços de águas pluviais urbanas. No entanto, ainda há uma carência muito grande de normalização e efetiva regulação sobre os serviços de águas pluviais, demonstrando mais uma vez o quanto esse componente do dito saneamento básico está defasado em relação aos demais.

4.5 Alternativas para o financiamento dos serviços de DMAPU

A sustentabilidade econômica é um dos princípios fundamentais da prestação dos serviços de saneamento básico, conforme disposto no art. 2º, VII, da Lei 11.445 de 2007, que institui o marco legal do saneamento básico no Brasil.

A referida lei, ao tratar do tema da sustentabilidade, dispõe que:

“Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços: (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020)”.

O financiamento da DMAPU é tema de amplo debate em diversas nações. As duas alternativas comumente utilizadas, conforme mencionado por *Tasca et al.* (2018), são: (i) o custeio através de receitas gerais do estado e (ii) a cobrança pela prestação dos serviços, através de mecanismos tributários. Na experiência brasileira, a primeira alternativa é vastamente predominante.

Os municípios brasileiros, que possuem a titularidade dos serviços de saneamento básico, costumam prestar os serviços de DMAPU através de suas administrações diretas (geralmente alguma secretaria do Poder Executivo Municipal concentra tal atribuição), custeando esse serviço através de recursos provenientes do tesouro municipal que compõem a receita geral. Tais recursos, em sua maioria, resultam da cobrança dos impostos municipais, principalmente o Imposto Predial Territorial Urbano (IPTU).

Nesse modelo atual, os serviços de DMAPU disputam pelos recursos em conjunto com outros serviços públicos, dependendo de definição dos atores políticos das prioridades dos municípios. Esse cenário é, geralmente, caracterizado pela falta de destinação de recursos financeiros necessários para a operação e manutenção das instalações existentes, bem como para a realização dos investimentos previstos nos planos de drenagem com vistas ao cumprimento das metas postas.

Conforme apresentado anteriormente nesse produto, a prestação dos serviços de DMAPU nos municípios da RMGV segue esse modelo, com a concentração da prestação na administração direta e com o custeio sendo garantido pela receita geral dos municípios.

Ao longo do Produto 5 desse PDAU, foram realizadas consultas junto às secretarias responsáveis pela prestação dos serviços dos municípios. Nesse processo, a falta de recursos financeiros, tanto para operação e manutenção quanto para a realização de investimentos, fora apontada como um dos principais entraves à consecução do disposto nos planos setoriais de drenagem urbana.

Com face no disposto no marco legal do saneamento básico e em vista desse cenário que envolve a prestação dos serviços de DMAPU na RMGV, é recomendável que os titulares dos serviços considerem alternativas para o financiamento, de modo a assegurar, de fato, a sustentabilidade econômico-financeira desses serviços.

Uma das possíveis alternativas para assegurar a sustentabilidade econômico-financeira é a cobrança pela prestação dos serviços públicos de DMAPU, modelo de financiamento bastante utilizado nos Estados Unidos. A recomendação pela consideração desse tipo de mecanismo não é uma novidade no âmbito da RMGV, uma vez que o próprio PMSB do município de Vitória recomenda ao município que este considere uma possível implantação deste instrumento.

A cobrança pela prestação dos serviços de DMAPU é um tema controverso, sujeito à debates acadêmicos e judiciais sobre a possibilidade de sua instituição no Brasil. A Lei 11.445 admite que os prestadores recorram a tal cobrança, uma vez que a redação do caput do art. 29, supratranscrito, afirma que os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços.

Em relação a DMAPU, o inciso III do artigo 29 faz menção expressa às taxas ou tarifas (preços públicos), indicando a possibilidade de cobrança pela prestação dos serviços públicos, visto que esses são os dois tipos de instrumentos passíveis de utilização, na ordem jurídica brasileira, para a instituição da referida cobrança pela prestação dos serviços de DMAPU.

Art. 29. (...)

“III - de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades. (Redação pela Lei nº

14.026, de 2020)”

(...)

As taxas são uma espécie tributária que pode ser instituída em razão do (i) exercício do poder de polícia ou (ii) pela utilização, efetiva ou potencial, de serviços públicos específicos e divisíveis, prestados ao contribuinte ou postos a sua disposição (art. 145, II, da CF e art. 77 do CTN). Esta segunda alternativa seria a que fundamenta a instituição de uma possível taxa de drenagem.

Já as tarifas (preços públicos) estão previstas no art. 175, III, da CF e podem ser entendidas como quantias que representam o pagamento pela utilização e consumo de serviço ou produto, de natureza comercial ou industrial, que o Estado fornece. Também é uma forma de remuneração pela prestação de serviços públicos específicos e divisíveis.

É importante salientar que o principal ponto controvertido sobre a possibilidade de instituição de cobrança pela prestação envolve a presença dos elementos da especificidade e divisibilidade nos serviços públicos de DMAPU. Não é objetivo do PDAU adentrar em tais discussões com a pretensão de esgotar o tema, portanto apenas será introduzida a posição doutrinária dominante. Os referidos elementos são correlatos e envolvem a identificação se a prestação do serviço pode ser individualizada e, portanto, mensurado o seu custo relativo a cada usuário. O entendimento predominante na doutrina é que tais elementos estão presentes nos serviços prestados em relação às águas pluviais de propriedade privada, ou seja, aquelas águas pluviais que precipitaram em terrenos particulares, visto que seria possível identificar a contribuição no nível do lote para o aumento do escoamento superficial, decorrente da impermeabilização do solo. Note-se que no caso do controle do escoamento na fonte (nível do lote), impedindo que as águas pluviais de propriedade privada extravasem para as vias públicas, não poderá incidir a cobrança pela prestação, visto que não há utilização dos serviços públicos de DMAPU.

As principais diferenças entre as taxas e tarifas estão sumarizadas na Tabela 19 a seguir. Destaca-se que as principais diferenças advêm do regime jurídico a que cada instrumento se submete, o que leva a observância de normas jurídicas distintas, impondo diferenças até em relação ao ente que pode instituir os instrumentos.

Tabela 19 – Diferenças entre Taxa e Tarifa

Taxa	Tarifa
Regime Jurídico Tributário	Regime Jurídico Administrativo
Cobrança compulsória	Cobrança é facultativa, visto que o usuário tem alternativas a prestação do serviço público.
Obrigatoriedade de ser instituída e	Pode ser alterada por atos infralegais

Taxa	Tarifa
alterada por lei	
Maior Validação Social (processo legislativo)	Menor Validação Social (regulação)
Rigidez	Flexível
Somente pode ser exigida por pessoas jurídicas de direito público.	Pode ser exigida por pessoas jurídicas de direito público ou privado.

Fonte: (SEDURB, 2021).

O art. 29, em seu § 1º, estabelece algumas diretrizes que devem ser observadas na instituição das tarifas, preços públicos e taxas para os serviços de saneamento básico que são:

- I. prioridade para atendimento das funções essenciais relacionadas à saúde pública;
- II. ampliação do acesso dos cidadãos e localidades de baixa renda aos serviços;
- III. geração dos recursos necessários para realização dos investimentos, objetivando o cumprimento das metas e objetivos do serviço;
- IV. inibição do consumo supérfluo e do desperdício de recursos;
- V. recuperação dos custos incorridos na prestação do serviço, em regime de eficiência;
- VI. remuneração adequada do capital investido pelos prestadores dos serviços;
- VII. estímulo ao uso de tecnologias modernas e eficientes, compatíveis com os níveis exigidos de qualidade, continuidade e segurança na prestação dos serviços;
- VIII. incentivo à eficiência dos prestadores dos serviços.

Especificamente em relação a cobrança pela prestação do serviço público de DMAPU, o art. 36 estabelece que, deve levar-se em conta, em cada lote urbano, os percentuais de impermeabilização e a existência de dispositivos de amortecimento ou de retenção de água de chuva, bem como poderá considerar:

- I. o nível de renda da população da área atendida;
- II. as características dos lotes urbanos e as áreas que podem ser neles edificadas.

Em suma, a cobrança pela prestação dos serviços de DMAPU é uma alternativa, prevista no marco legal do saneamento, que pode ser utilizada para a garantir a sustentabilidade econômico-financeira. Diferente dos outros componentes do saneamento básico, a aplicação da cobrança pela drenagem não é uma forma cuja

aplicação é difundida no país. Porém, em face do potencial fiscal (arrecadar recursos para custear a gestão dos serviços públicos) e extrafiscal (induzir o controle do escoamento na fonte através incentivos econômicos) da cobrança, bem como dos prejuízos sociais e econômicos indicados no Produto 4.2 decorrentes da prestação inadequado dos serviços de DMAPU, recomenda-se aos titulares dos serviços públicos da RMGV que considerem a possibilidade de instituição desses instrumentos. Mais uma vez, trata-se ainda de um estabelecimento ainda pouco empregado no país, faltando tradição, normas e regulamentação, de forma que a sustentabilidade econômica do manejo de águas pluviais urbanas continua em risco por depender somente de recursos de origem orçamentária e não contra uma prestação de serviços urbanos como os demais que dependem de tarifas.

5 Instrumentos Legais

No presente item serão explorados os instrumentos legais existentes na RMGV que influenciam na DMAPU, bem como recomendações de regulação, ou seja, diretrizes para a edição de atos normativos que podem ser editadas com vistas a melhora na prestação dos serviços desse componente do saneamento básico.⁶

Antes é importante esclarecer que existem dois níveis de regulação para as águas pluviais urbanas, conforme apresentado por Tucci (2016): (a) Regulação nacional ou estadual (a depender do domínio das águas); e (b) Regulação na cidade sobre os impactos internos para atingir objetivos e não exportar impactos para jusante. As primeiras podem estabelecer critérios a serem cumpridos pelos municípios, com base na lei de nacional de recursos hídricos, por meio do Plano de bacia hidrográfica. Os segundos são estabelecidos dentro do município, que tem a titularidade dos serviços de águas pluviais urbanas, como prevê a lei de saneamento.

Segundo Tucci (2016), no Brasil a legislação de recursos hídricos (Lei nº 9433/1997) que estabeleceu os planos de bacias hidrográficas, prevê como instrumentos da Política Nacional, que devem ser encontrados dentro dos Planos, a outorga e o enquadramento que regulam sobre o uso da água, o aumento de vazão (art.12 não regulamentado) e a qualidade da água. Portanto, estabelecem dentro da gestão de recursos hídricos os instrumentos para gestão externa da cidade. Já Lei Federal nº 11.445/2007, que estabelece as diretrizes básicas para o saneamento básico no Brasil, fora previsto a elaboração do Plano de Saneamento Básico, que inclui o Plano de Drenagem Urbana. O Plano de Drenagem urbana deve atender ao Plano de Bacia no que se refere a alterações na qualidade e quantidade (art. 12 da lei de recursos hídricos). Estes impactos que a cidade pode transferir para a drenagem a jusante da mesma devido as águas pluviais, não tem sido analisado nos Planos de Bacias desenvolvidos no Brasil.

As diretrizes e recomendação postas ao longo deste item podem ser direcionadas, de acordo com as competências constitucionais, bem como com o disposto nas Leis nº 9.433 e nº 11.445, tanto para uma regulação externa as cidades (a nível estadual) quanto para uma regulação interna das cidades (nível dos municípios). Importante também destacar que os atos normativos podem ser legais ou infralegais. Em relação aos atos legais, a edição destes deve observar as regras que versam sobre o processo legislativo.

⁶ As diretrizes estabelecidas no Manual de Drenagem da ADASA e as normatizações existentes no Distrito Federal foram usadas como fonte de exemplos ao longo desse item.

5.1 Preservação da Qualidade e Quantidade das Águas

No presente item estão dispostas as recomendações e diretrizes para a regulação dos serviços de manejo de águas pluviais, em vista da edição de normas para o controle e mitigação dos impactos da urbanização sobre a quantidade e qualidade das águas pluviais.

Importante esclarecer que garantir a regulação da quantidade significa desenvolver ações que preservem o quanto possível das condições do escoamento pluvial após toda e qualquer intervenção urbana, enquanto a regulação da qualidade visa garantir o padrão das águas dos corpos hídricos que são destino final da água da chuva, compatível com seu uso, obedecendo metas definidas no seu enquadramento.

Esse controle de quantidade e qualidade pode ser realizado por meio da outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos, sendo o órgão regulador estadual responsável por estabelecer os procedimentos de requerimento e obtenção da outorga de lançamento de águas pluviais em corpos hídricos, principalmente de empreendimentos que alterem as condições naturais de permeabilidade do solo.

Os critérios técnicos a serem atendidos e parâmetros de referência para o dimensionamento das estruturas devem ser estabelecidos pelo órgão regulador por meio de instrumento como Resoluções. Apresenta-se a seguir alguns critérios e estruturas sugeridos e praticados no Distrito Federal:

- 1) Outorga de lançamento: deve ter vazão específica limitada a valor estabelecido, considerando chuvas com período de retorno de 10 anos. O lançamento das águas pluviais deverá manter, além da quantidade especificada, a qualidade da água do corpo hídrico receptor.
- 2) Projeto de medidas de controle: deve-se basear em estudo hidrológico específico que garantam a manutenção de condições do corpo hídrico equivalentes àquelas anteriores à ocupação do solo. Os projetos de medidas de controle devem seguir alguns princípios básicos:
 - A vazão máxima gerada pelo empreendimento é dimensionada considerando vazão específica, a área total do terreno e o seu percentual de impermeabilização.
 - O sistema de drenagem não deve lançar as águas pluviais diretamente em ruas, sarjetas ou redes de drenagem sem a devida contenção e retardamento do lançamento.
 - Devem ser utilizados reservatório de qualidade e reservatório de quantidade, dispostos em série, nessa respectiva ordem.
 - Caso seja comprovada a inviabilidade de implantação dos reservatórios, poderão ser apresentadas medidas alternativas que gerem resultados similares aos dos referidos reservatórios.
- 3) Reservatórios de qualidade: com objetivo de reter a poluição difusa carreada

pelas águas de primeira chuva e reduzir a concentração de poluentes da água a ser lançada no corpo receptor, devem ser dimensionados a considerando área impermeabilizada do terreno e outros parâmetros técnicos definidos em Resolução específica do órgão regulador. Esses reservatórios de “águas de primeira chuva” contribuiriam significativamente para atenuar os efeitos da poluição difusa, como mencionado no item 3.6.5

- 4) Reservatórios de quantidade: devem ser dimensionados considerando o tamanho do terreno do empreendimento, seu percentual de impermeabilização, as características da bacia e outros parâmetros técnicos definidos em Resolução específica do órgão regulador. As Soluções Baseadas na Natureza são alternativas bastante eficientes para o controle da quantidade das águas pluviais.
- 5) Redução da área impermeabilizada: ocorre quando implantada medidas que favoreçam a infiltração de água no solo, como pavimentos permeáveis, trincheiras de infiltração, direcionamento de água captada para dispositivos de infiltração sem saída, entre outros.
- 6) Controle e manutenção: O requerente deve apresentar plano de manutenção dos reservatórios de qualidade e de quantidade e dos dispositivos de infiltração, devendo constar, nesse plano, a identificação do responsável pela manutenção. Alguns princípios a respeito do controle e manutenção dessas estruturas são:
 - Após a emissão da outorga de lançamento de águas pluviais, fica vedada qualquer impermeabilização adicional de superfície.
 - Os critérios aplicados na implementação do reservatório de qualidade deverão prever a redução de, no mínimo, 80% dos sólidos totais gerados na área impermeabilizada, podendo ser exigido um controle de qualidade superior ao estabelecido para áreas específicas.
 - A velocidade do escoamento a jusante de obra de drenagem executada não poderá aumentar em relação à condição pré-existente. Se ocorrer aumento, este deverá ser amenizado por outro dispositivo que componha o mesmo projeto
 - Recarga: para manter a recarga é possível regular ou incentivar a proporção de área de infiltração no terreno por meio de regulação da área ou por incentivos na cobrança da taxa de drenagem

5.1.1 Norma para Apresentação de Projeto de Reservatório de Quantidade

Um exemplo de norma de referência para apresentação de projeto de dimensionamento de reservatório de quantidade no interior de lotes é a Seção Extraordinária 4.284 de 30/01/2017 da Diretoria Colegiada da NOVACAP, publicadas no

Diário Oficial do DF em 06/02/2017.

A norma estabelece o cumprimento do limite de vazão final de lançamento no sistema público de drenagem limitada a 24,40 l/s.ha para as novas construções com áreas de lote igual e superior a 600 m², através da retenção na fonte geradora lote por meio de construção de reservatório de quantidade, evitando, assim, a ampliação da capacidade de escoamento da rede pluvial pública. A norma também admite medidas que favoreçam a infiltração de água no solo, o que pode reduzir o percentual da área impermeável.

5.1.2 Controle de Sedimentos

Dentre as principais fontes de poluição hídrica, uma das que ganha mais destaque são as cargas poluidoras difusas transportadas pelas águas pluviais. Segundo Tucci (2016) estes impactos necessitam ser mitigados por meio de dissipação da energia devido ao aumento da velocidade do escoamento que aumenta a erosão, proteção das superfícies urbanas e retenção e limpeza dos resíduos acumulados. Para reduzir a erosão sobre os leitos de escoamentos pode-se utilizar:

- Redução do volume de escoamento ou da velocidade pela infiltração;
- Dissipação da energia através do aumento da rugosidade;
- Amortecimento do escoamento com volume de água para redução da velocidade; e
- Restrição da vazão máxima de saída do empreendimento. Normalmente o controle nas regulações é obtido através do armazenamento e restrição da vazão máxima de saída do lote ou loteamento.

A regulação da erosão é mitigada pela medida da qualidade da água. No entanto, algumas regulações complementares devem ser usadas: (a) manual de manejo de canteiro de obra e de loteamentos para evitar a transferência de sedimentos para a drenagem; (b) Controle da erosão em projetos de drenagem.

Parte substancial dos sedimentos transportados pelas águas pluviais tem origem em canteiros de obras não dotados de sistema de controle adequado de resíduos e sedimentos. Existem exemplos nacionais de legislação específica para controle de sedimentos provenientes de obras, como é o caso da Lei Distrital n° 4.704, de 20 de dezembro de 2011, Distrito Federal.

Alguns princípios e diretrizes podem ser estabelecidos visando a mitigação dos impactos da construção civil sobre a qualidade das águas pluviais, como a elaboração de Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, dentro do qual propõem-se as seguintes medidas:

- a) A área do canteiro de obras deverá contar com sistema de drenagem das águas pluviais projetado, executado, operado e mantido de modo a prevenir o alagamento ou a erosão de quaisquer vias, logradouros ou terrenos a jusante

do mesmo, bem como o transporte ou carreamento de solo, outros resíduos ou materiais de construção.

- b) Visando prevenir a poluição e o assoreamento de talvegues, cursos e espelhos:
- o A estocagem de solos e agregados deverá ser feita de modo a prevenir o arraste por chuva e vento de materiais;
 - o A estocagem da camada de terra orgânica e de outras terras férteis de provenientes de escavações deverá ser protegida e classificada de acordo com suas aplicações posteriores;
 - o A remoção e o depósito de vegetação removida devem observar manejo adequado;
 - o A erosão do solo deverá ser evitada sempre que possível;
 - o Os riscos de instabilidade e erosão de taludes deverão ser minimizados pela adoção das melhores práticas de execução e proteção;
 - o O armazenamento de materiais tóxicos, de resíduos perigosos e de todo material potencialmente poluidor deve obedecer às normas aplicáveis, prevenindo carreamentos ou vazamentos;
 - o A circulação de equipamentos, veículos e máquinas não deverá transportar ou espalhar lama ou solo para vias, logradouros e para áreas internas ou externas desprotegidas.

5.2 Disciplinamento do Uso e Ocupação do Solo

O disciplinamento do uso e ocupação do solo é de extrema relevância no contexto da gestão da DMAPU, visto que orienta a política de desenvolvimento urbano. Os impactos da urbanização na gestão hídrica, já apresentados ao longo do PDAU, indicam a relevância da edição de normas com o fulcro de limitar a ocupação em áreas de inundação ribeirinha, bem como de limitar a contribuição desse processo no aumento da vazão do escoamento superficial. Em face disso, objetiva-se no presente item apresentar as principais normas jurídicas em vigência no âmbito da RMGV, bem como possíveis recomendações para a regulação do uso e ocupação do solo de modo a minimizar os efeitos da urbanização nos recursos hídricos.

5.2.1 Zoneamento

O zoneamento é um conjunto de regras que definem o parcelamento, uso e ocupação do solo em determinadas áreas. Trata-se de um instrumento de comando e controle previsto nos Planos Diretores, cuja inobservância pode acarretar sanções administrativas. O zoneamento é um instrumento da Política Urbana passível de impactar na gestão da DMAPU. Pode ser utilizado com vistas a proteger áreas

vulneráveis às inundações (leito maior rios), estabelecer limites ao uso e ocupação do solo com vistas a diminuir o aumento da vazão do escoamento superficial em determinadas áreas urbanas, proteger áreas cuja manutenção do serviço ecossistêmico da drenagem natural faz-se relevante, dentre outros.

No produto P5 fora apontada a inexistência de um zoneamento de inundação nos Planos Diretores dos Municípios da RMGV. No geral, as principais zonas com impacto na gestão da drenagem e manejo das águas pluviais são aquelas de proteção ambiental, decorrente da manutenção da infiltração no solo, bem como no amortecimento de parcela das águas pluviais pela vegetação.

É importante destacar que o Plano Diretor Urbano Integrado – PDUI da RMGV estabeleceu um macrozoneamento de inundações. É recomendável que nas futuras revisões dos Planos Diretores Municipais, seja considerado o planejamento metropolitano de modo a que estes adequem-se ao macrozoneamento de inundação.

No Produto P6.2 serão apontadas áreas para a definição de um zoneamento de inundação, após a identificação das áreas vulneráveis apresentadas no P4.2.

5.2.2 Índices Urbanísticos

Dentre os índices urbanísticos, as Taxas de Permeabilidade Mínima do Solo são os de maior impacto na DMAPU. Trata-se de um instrumento de comando e controle, previsto geralmente nos Planos Diretores Municipais, que determina a porcentagem do terreno que deve manter a capacidade de infiltração. Para cada zona é definida uma porcentagem a ser observada.

No âmbito da RMGV foram identificadas as taxas de permeabilidade mínima do solo na legislação que institui os Planos Diretores de todos os municípios da RMGV. Os percentuais previstos na legislação variam, no geral, de 10 a 15%. Segundo Tucci (2016) esta parcela de área permeável contribui pouco para a redução dos impactos, mas permitem manter um mínimo de recarga ao aquífero.

Após análise dos resultados das simulações, recomendações para alteração desses percentuais podem ser objeto de produtos posteriores como o P6.2.

5.3 Preservação Ambiental

A seguir estão algumas observações sobre outros importantes instrumento que podem ser utilizados de forma a impactar na gestão das águas pluviais.

5.3.1 Licenciamento Ambiental

Uma legislação de licenciamento ambiental visa estabelecer que a construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, considerados efetiva ou potencialmente poluidores, bem

como os empreendimentos capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, dependerão de prévio licenciamento da Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEAMA), sem prejuízo de outras licenças legalmente exigíveis.

5.3.2 Enquadramento dos Corpos Hídricos

As ações de gestão referentes ao uso dos recursos hídricos, tais como a outorga e a cobrança pelo uso da água, ou referentes à gestão ambiental, como o licenciamento, termos de compromisso e de ajustamento de conduta, e o controle da poluição, deverão basear-se no enquadramento efetivado.

O Enquadramento dos corpos hídricos em classes, segundo a qualidade requerida para os seus usos preponderantes, é um dos instrumentos da Lei que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos (Brasil, 1997) e é detalhado pelas resoluções CONAMA 357/2005 e 430/2011 (Brasil, 2005; Brasil, 2011a), detalhada no Anexo 20.1.

De acordo com o estabelecido na legislação citada, todo lançamento de água, efetuado por qualquer empreendimento, deve ser controlado de forma que sejam respeitados tanto os padrões de lançamento previstos nas resoluções CONAMA como a manutenção (ou recuperação) da qualidade das águas de acordo com a Classe de Enquadramento, respeitando a meta de 2030 como prazo máximo para a efetivação do enquadramento.

Para tanto, devem ser respeitados os limites de concentração de indicadores de qualidade de água recomendados nessas resoluções.

6 Apontamentos Finais

O presente produto objetivou apresentar as principais diretrizes para a estruturação da gestão das águas urbanas da RMGV. Trata-se de um tema complexo e que envolve a conjugação de conhecimentos de diversas áreas, como a engenharia civil, direito, administração, entre outros, como visto. No geral, se constitui de conteúdos e recomendações que também foram observados em outros contextos urbanos, como é o caso dos diferentes guias e manuais técnicos consultados. Há, dessa forma, um esforço de sistematização neste relatório de elementos que objetivamente contribuam para a prestação dos serviços de águas pluviais urbanas na RMGV, com sua infraestrutura composta por obras, SBNs e medidas não não-estruturais, mas uma governança efetivada por meio de um ente que seria, por exemplo, uma autarquia interfederativa a construir. Não há solução efetiva desse grave problema da RMGV sem considerar os empreendimentos dos mais variados e a respectiva governança.

Atualmente no país essas águas pluviais são definidas legalmente pelo marco regulatório em vigor como um componente essencial do denominado Saneamento Básico, mas nem sempre foi assim, ao contrário, é muito recente esse entendimento e definição legal. Saiu-se um praticamente “nada” como estruturação de prestação de serviços urbanos a um quase “tudo” ideal, onde a sustentabilidade econômica passou a ser um dos pilares. Colocam-se na lei em vigor várias exigências para um componente do saneamento tradicionalmente feito de forma as vezes improvisada, sendo parte do sistema viário e manutenção junto com a Limpeza Pública, onde a falta generalizada de cadastros país afora exemplifica bem a carência da prestação de serviço.

Do novo Marco regulatório e seu reatamento do estado do Espírito Santo, restou um imenso desafio somado às questões de regionalização postas recentemente, mas que em nível estadual não se relacionam diretamente com a bacia hidrográfica, unidade básica para a gestão hídrica. É possível falar de regionalização de manejo de águas pluviais sem considerar a bacia hidrográfica? As inundações não reconhecem limites políticos de forma que a gestão das águas pluviais para ser efetiva necessariamente precisa trabalhar dentro dos seus condicionantes geográficos. Trata-se, assim, das atividades humanas de gestão das águas pluviais respeitarem esses limites e seguir as diretrizes colocadas ao longo dos capítulos deste relatório. A gestão pública precisa ter flexibilidade de adaptação aos limites naturais das águas e não o contrário.

O descuido e o despreparo perante a gestão das águas pluviais no país são históricos, mas com graves consequências tendo em vista as chuvas intensas em função do clima tropical dominante. Embora neste produto tenham-se colocado no capítulo 3 as diretrizes para a prestação dos serviços de águas pluviais, sua consecução ainda está distante no tempo. Se os componentes abastecimento de água e esgotamento sanitário têm problemas ainda que se mostrem mais estruturados e possuem tarifas contra a prestação de serviços, o manejo de águas pluviais é muito mais carente em quase todos os seus aspectos. Além da carência de cadastro das estruturas hidráulicas, da fragmentação da gestão, há a falta de garantia quanto a recursos

perenes para a sua prestação, dependentes de alocações orçamentárias cada vez mais escassas.

Neste relatório se mencionou várias vezes a necessidade de ter informações sem as quais não é possível gerir adequadamente o serviço. A falta de cadastro das estruturas hidráulicas é histórica e é um primeiro passo bastante importante sistematizar as informações e constituir um banco de dados georreferenciados que dê suporte a um órgão gestor metropolitano.

Para completar o cenário, reforça-se a constatação que as águas pluviais e seu manejo sempre estiveram dispersas nas cidades brasileiras. São comuns as construtoras de Terraplenagem e Drenagem, assim como a manutenção e a limpeza da microdrenagem estarem numa secretaria municipal de serviços urbanos que cuida da limpeza pública. Ou seja, as soluções para as águas pluviais misturam-se com as de resíduos sólidos urbanos. À pavimentação soma-se a microdrenagem, essa nem sempre dimensionada por critérios de engenharia, mas muitas vezes meramente construídas. É necessário um órgão gestor metropolitano que sistematize e coordene as ações relacionadas às águas pluviais dentro das diretrizes colocadas nos capítulos anteriores. Esse órgão poderia ser uma autarquia interfederativa, cujo arranjo interno está além deste PDAU, mas deverá seguir as mencionadas diretrizes.

O PDAU começou a ser realizado perante uma realidade legal e em julho de 2020, veio a revisão do Marco Legal do Saneamento. Mesmo que muito do foco desse marco fosse a prestação de serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário, há fortes consequências para a DMAPU. A regionalização e a sustentabilidade econômica para a prestação desses serviços estão explícitas, porém, faltam tradição e regulamentação no país, como visto. De qualquer forma, ao aqui se propor um ente com suas atribuições técnicas e de gestão constitui um avanço significativo. Esse ente com função de exercer a governança sobre as águas pluviais metropolitanas poderia ser uma autarquia interfederativa, por exemplo, 40% do Estado e 60% dos municípios, mas sua estrutura depende de estudos e definições que extrapolam o âmbito deste PDAU, mas as atribuições foram colocadas, sejam as técnicas, sejam as organizacionais.

No contexto da elaboração do PDAU-RMGV, este produto utilizou a caracterização, o diagnóstico e as diretrizes produzidas no produto P5. Com o conteúdo aqui sistematizado, é possível apontar macroações, ou seja, as principais iniciativas que devem ser conduzidas a posteriori do PDAU de modo a atingir os objetivos deste trabalho. São indicativos que se vinculam diretamente com o produto 9 – Plano de Ação que serão ainda detalhadas. As macroações estão listadas na Tabela 20 a seguir com as respectivas justificativas.

Tabela 20 – Macroações a serem consideradas na elaboração do Produto 9

Macroação	Justificativa
Macroação 1 – Definição do Modelo de Gestão das Águas Urbanas da RMGV	Necessidade de definir os responsáveis pelas competências para a prestação de serviços de DMAPU. Trata-se do arranjo político a partir do entendimento das normas jurídicas, envolvendo também a pactuação social com as várias organizações e partes interessadas do processo.
Macroação 2 – Modelagem das Organizações	Adequação do ponto de vista organizacional de cada um dos entes, com base nas suas respectivas competências com base no definido na Macroação 1. Compreende a verificação e adequação da capacidade administrativa dos entes responsáveis pelas várias facetas da gestão das águas urbanas da RMGV
Macroação 3 – Estruturação dos custos operacionais do sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas da RMGV	Estimativa dos custos operacionais das estruturas a serem gerenciadas.
Macroação 4 – Definição dos instrumentos legais	Indicativos dos instrumentos legais a serem elaborados a nível estadual, microrregional, metropolitano e municipal, pelos entes metropolitanos, para aperfeiçoamento da gestão das águas urbanas da RMGV. Envolve a pactuação social para a construção dos diversos instrumentos em questão.
Macroação 5 – Monitoramento, avaliação e controle das medidas de gestão e de instrumentos legais desenvolvidos na RMGV	Monitoramento contínuo das responsabilidades dos diversos entes e das estratégias e medidas adotadas pelo PDAU para a gestão das águas urbanas da RMGV

Fonte: PDAU-RMGV (2021).

Deste modo se encerra o presente produto. As diretrizes aqui sistematizadas garantem aos gestores públicos dos diversos entes da RMGV um conjunto consistente e padronizado de conteúdos, mas que não pretende esgotar o tema, no entanto favorecer um alinhamento metropolitano comum entre as diversas organizações com atribuição na gestão das águas urbanas da RMGV que hoje pouco trabalham conjuntamente.

Referências

- ADASA. (2018). *Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas do Distrito Federal*. Brasília, Distrito Federal: Superintendência de Drenagem Urbana.
- Damen. (20 de Novembro de 2021). *Damen*. Fonte: <https://products.damen.com/pt-pt/ranges/cutter-suction-dredger/csd250>
- Engers Soluções. (31 de Outubro de 2018). *Escavadeira e bate estaca sobre balsa, rachão, enronçamento, dragagem*. Acesso em 20 de Novembro de 2021, disponível em Youtube: <https://www.youtube.com/watch?v=cihibjl4l0A>
- Instituto Publix. (20 de Novembro de 2019). *Guia de Modelagem de Estruturas Organizacionais*. Fonte: Instituto Publix: https://institutopublix.com.br/wp-content/uploads/2019/01/guia_modelagem.pdf
- Jaworski, T. (2018). *Apostila de equipamentos para escavação - compactação e transporte*.
- LF Ambiental. (20 de Novembro de 2021). *LF Ambiental*. Fonte: <https://www.lfambiental.com.br/dragagem-com-draga-a-cabo-drag-line>
- Ministério do Desenvolvimento Regional (MDR). (2021). *Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento - ano de referência 2020*. Brasília.
- Prefeitura de São Paulo. (2012). *Plano Municipal de Gestão do Sistema de Águas Pluviais de São Paulo*. São Paulo, São Paulo: FCTH.
- Secretaria de Planejamento e Gestão - Minas Gerais. (2018). *Guia para Modelagem de Estruturas Organizacionais*. Belo Horizonte: Fundação João Pinheiro.

- Secretaria do Planejamento e Gestão - Ceará. (2021). *Guia Modelagem de Estrutura Organizacional*. Fortaleza: Secretaria do Planejamento e Gestão.
- Secretaria Especial de Desburocratização, Gestão e Governo Digital. (2019). *Guia Técnico de Gestão Estratégica*. Brasília, DF.
- SEDURB. (2021). *Estudo de Criação da Microrregião de Saneamento Básico no Espírito Santo conforme Lei Federal 14.026/2020*. Vitória, Espírito Santo: Governo do Estado do Espírito Santo. Acesso em 10 de Novembro de 2021, disponível em <https://sedurb.es.gov.br/Media/sedurb/Consulta%20Pública/Justificativa%20para%20criação%20da%20Microrregião%20de%20Águas%20e%20Esgoto%20no%20ES-1.pdf>
- Serrano, A. M., Franco, V. R., Cunha, R. D., Iwama, G. Y., & Guarnieri, P. (2018). *Dimensionamento na administração pública federal: uma ferramenta do planejamento da força de trabalho*. Brasília: ENAP.
- Soluções Industriais. (20 de Novembro de 2021). *Remoção de entulhos com caminhão basculante*. Fonte: Soluções Industriais: <https://www.solucoesindustriais.com.br/empresa/maquinas-e-equipamentos/nelclix/produtos/servicos/remocao-de-entulhos-com-caminhao-basculante-1>
- Tucci, C. (2012). *Gestão da Drenagem Urbana. Textos para Discussão CEPAL-IPEA* (p. 50). Brasília, Distrito Federal: CEPAL.
- Veneza Equipamentos. (20 de Novembro de 2021). *Pá-Carregadeira*. Fonte: Veneza Equipamentos: <http://www.venezaequipamentos.com.br/page/pt/p%C3%A1s-carregadeiras/524k-ii/>