



# PLANO DIRETOR MUNICIPAL DE MACRODRENAGEM

## Etapa 4 – Prognóstico Produto 5 - Prognóstico Ações Não Estruturais

ENDEREÇO	RUA PRUDENTE DE MORAES, Nº 100 - CENTRO, QUELUZ/SP		EXECUÇÃO:	
DATA	11/11/2022	FOLHA	1-17 FOLHAS	
RESP. TÉCNICO	JOSÉ AUGUSTO PINELLI			
ART	28027230220229595	CREA	06018153-07	CLIENTE:  <b>PREFEITURA MUNICIPAL DE QUELUZ/SP</b>
GESTÃO PROJETO	GIMENA PICOLO	E-mail	gpicolo@valenge.com.br	
N. PROJ VALLENGE	VLG1934-PLN-P5			

REV.	DATA	MODIFICAÇÃO	VERIFICAÇÃO	APROVAÇÃO
00				
01				
02				
03				
04				

■ **LISTA DE QUADROS**

---

QUADRO 1 – LEGISLAÇÕES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS RELACIONADAS COM A DRENAGEM URBANA .....	7
QUADRO 2 – MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS .....	8
QUADRO 3 – PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USO NÃO-POTÁVEL .....	12

## ■ ÍNDICE

1.	CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....	4
2.	PROPOSIÇÕES PARA AS AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS .....	5
2.1	Reformulação do Sistema de Gestão, Obtenção de Recursos e Legislação voltada ao Manejo da Água.....	5
2.1.1	ARCABOUÇO LEGAL .....	6
2.2	Medidas Não Estruturais .....	7
2.2.1	BACIA HIDROGRÁFICA NÃO URBANIZADA E PARCIALMENTE URBANIZADA .....	9
	A. Princípio jurídico ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público.....	9
	B. Controle do Uso e Ocupação do Solo.....	9
	C. Valos de Infiltração /drenagem .....	11
	D. Urbanização de Pequeno Impacto .....	11
2.2.2	BACIA HIDROGRÁFICA URBANIZADA .....	11
	A. Soluções de mitigação .....	11
	B. Controle da Qualidade da Água Pluvial para Reuso.....	12
	C. Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental dos Cursos Hídricos.....	12
	D. Programa de Monitoramento de Vazões de Cheias .....	13
	E. Programa de Cadastro do Sistema de Drenagem .....	13
2.2.3	OUTRAS PROPOSTAS PERTINENTES .....	14
	A. Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem .....	14
	B. Manutenção do Revestimento das Vias.....	14
	C. Controle da Conexão Ilegal com a Rede de Drenagem .....	14
	D. Conservação da Rede de Drenagem e dos Corpos d'Água .....	15
	E. Utilização da Água Pluvial.....	15
	F. Sistema de Previsão e Alerta .....	15
	G. Planos Emergenciais .....	16
	H. Zoneamento de áreas inundáveis.....	16
3.	REFERÊNCIAS.....	17

## 1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A Lei Estadual nº 7.663 de 1991 prevê a elaboração de estudos para o manejo de águas pluviais que auxiliarão na gestão dos recursos hídricos. Nesse contexto, o Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem abordará as recomendações para o disciplinamento de uso e ocupação do solo, a drenagem natural das águas pluviais, a educação ambiental e os projetos de obras necessárias para universalizar os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais, sendo um instrumento de gestão importante para a tomada de decisões na execução de obras hidráulicas.

O presente relatório é o quinto produto (Produto 5 – Prognóstico Ações Não Estruturais) do contrato estabelecido entre a Prefeitura Municipal de Queluz e a empresa Vallenge Consultoria, Projetos e Obras Ltda, que tem como objetivo a elaboração do Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem

O Prognóstico de Ações não Estruturais apresentará medidas a serem implantadas que não se constituem em obras e que têm natureza preventiva e gerencial, ou seja, tem um caráter institucional. De maneira geral, as medidas não estruturais ajudam na redução dos riscos e danos à população das bacias a um custo menor, procurando adaptar a população às inundações e atuando na esfera sócio/política.

## 2. PROPOSIÇÕES PARA AS AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS

A proposição de medidas de controle não estruturais tem como objetivo dar sustentabilidade às proposições estruturais deste Plano Diretor de Drenagem.

Medidas não estruturais são entendidas como as ações implantadas na bacia que não se constituem em obras e que têm natureza preventiva e gerencial, ou seja, tem um caráter institucional como, por exemplo, os sistemas de alerta contra inundações, a educação ambiental, o planejamento e a gestão do uso do solo integrados com o desempenho da bacia hidrográfica, a gestão dos resíduos sólidos, dentre outros.

De maneira geral, as medidas não estruturais ajudam na redução dos riscos e danos à população das bacias a um custo menor, procurando adaptar a população às inundações e atuando na esfera sócio/política.

As medidas não estruturais também estão ligadas a relevância que as medidas de controle na fonte vêm ganhando nas últimas décadas, pois faz-se necessário promover sua efetividade, que vem ocorrendo por meio da implementação de instrumentos legais gerenciados pelos atores públicos.

Os instrumentos para a regulamentação de medidas de controle na fonte mais utilizados são: regulamentação de uso e ocupação do solo; educação ambiental para controle de inundações e da poluição difusa, erosão e resíduos sólidos, seguro enchente e sistemas de alerta e previsão de inundações. Esses instrumentos podem ser voluntários ou compulsórios.

### 2.1 Reformulação do Sistema de Gestão, Obtenção de Recursos e Legislação voltada ao Manejo da Água

As soluções dos sistemas de drenagem não abrangem apenas obras e recomendações quanto ao gerenciamento da drenagem, o disciplinamento de uso e ocupação do solo, educação ambiental e outras medidas ditas não-estruturais, mas também é necessário que tal planejamento seja o mais abrangente possível, envolvendo em sua realização os representantes dos diversos agentes e órgãos responsáveis pela gestão da infraestrutura, saneamento básico, meio ambiente e da sociedade civil como um todo.

Assim, para que o sistema proposto funcione, é necessário que se faça uma reformulação do sistema de gestão e que, a partir dessa reformulação, os técnicos participantes tenham ferramentas que o auxiliem na busca por recursos.

Para a captação de recursos é necessário que o município possua organização, planejamento e um projeto bem estruturado, além de identificar o banco/órgão ideal para o pleito, que pode ser de âmbito do governo estadual, federal ou de uma organização exterior (internacionais).

Outra importante ferramenta de gestão das águas pluviais dentro do espaço urbano é a aplicação eficaz das legislações como a Constituição Federal, que define a obrigatoriedade e competências do trato da questão urbana; o Estatuto da Cidade, que veio reforçar o planejamento e gestão deste espaço; e o Plano Diretor Urbano, que é um conjunto de procedimentos, regulamentações e leis que ordenam localmente os espaços urbanos no Brasil.

Desta forma, a principal medida não estrutural de um sistema de drenagem urbana é a legislação para controle dos futuros desenvolvimentos que deve ocorrer de forma integrada com os outros melhoramentos urbanos (rede de água, esgoto, iluminação pública, pavimentação etc.). Essa legislação pode ser incorporada ao Plano Diretor Urbano ou aos decretos municipais específicos.

### 2.1.1 Arcabouço legal

Os instrumentos legais são princípios e normativas criadas com o objetivo de estabelecer ordenamentos a serem seguidos e tem como função reger os comportamentos e ações dos indivíduos por meio da constituição de direitos e deveres da comunidade.

Conforme supracitado, a efetividade das medidas não estruturais vem ocorrendo por meio das chamadas normas jurídicas ou leis, que podem ser de esfera federal, estadual ou municipal.

Dessa forma, o quadro a seguir apresenta algumas normativas que podem ser consideradas na implementação de medidas de controle não estruturais.

Legislação	Finalidade
<b>Federal</b>	
Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.	Estabelece normas gerais sobre a proteção da vegetação, áreas de preservação permanente e as áreas de reserva legal; a exploração florestal, o suprimento de matéria-prima florestal, o controle da origem dos produtos florestais e o controle e prevenção dos incêndios florestais, e prevê instrumentos econômicos e financeiros para o alcance de seus objetivos. (incluído pela lei nº 12.727, de 2012).
Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979	Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências.
Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981	Dispõe sobre a política nacional do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências.
Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997	Institui a política nacional de recursos hídricos, cria o sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da constituição federal, e altera o art. 1º da lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.
Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000	Dispõe sobre a criação da agência nacional de águas e saneamento básico (ANA), entidade federal de implementação da política nacional de recursos hídricos, integrante do sistema nacional de gerenciamento de recursos hídricos (SINGREH) e responsável pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico.
Lei nº 14.026, de 15 de julho de 2020	Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à agência nacional de águas e saneamento básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de especialista em recursos hídricos, a lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da constituição federal, a lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no país, a lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (estatuto da metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a união a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.
Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001.	Regulamenta os artigos 182 e 183 da constituição federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Também conhecida como "estatuto da cidade".
Decreto-lei nº 3.365, de 21 de junho de 1941.	Dispõe sobre desapropriações por utilidade pública.
Decreto nº 24.643, de 10 de julho de 1934	Decreta o código de águas.
Resolução CONAMA nº 237, de 19 de dezembro de 1997	Licenciamento ambiental
Resolução CONAMA nº 303, de 20 de março de 2022	Dispõe sobre parâmetros, definições e limites de áreas de preservação permanente.
<b>Estadual</b>	
Lei nº 14.591, de 14 de outubro de 2011	Cria o programa paulista da agricultura de interesse social - PPAIS

Lei nº 12.526, de 02 de janeiro de 2007	Estabelece normas para a contenção de enchentes e destinação de águas pluviais
Lei nº 13.798, de 09 de novembro de 2009	Institui a política estadual de mudanças climáticas - PEMC
Lei nº 12.300, de 16 de março de 2006	Institui a política estadual de resíduos sólidos e define princípios e diretrizes
Lei nº 9.509, de 20 de março de 1997	Dispõe sobre a política estadual do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação
Lei nº 12.780, de 30 de novembro de 2007	Institui a política estadual de educação ambiental
Lei nº 7.750, de 31 de março de 1992	Dispõe sobre a política estadual de saneamento, e dá outras providências
Lei nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991	Estabelece normas de orientação à política estadual de recursos hídricos bem como ao sistema integrado de gerenciamento de recursos hídricos
<b>Municipal</b>	
Lei orgânica	Dispõe sobre a organização do município de Queluz
Lei nº 715 de 22 de fevereiro de 2016	Plano diretor participativo de desenvolvimento territorial do município de Queluz
Lei nº 473 de 18 de setembro de 2009	Institui a política municipal de proteção aos mananciais de água, destinados ao abastecimento público e dá outras providências.”
Lei nº 584 de 20 de dezembro de 2012	Dispõe sobre a criação do plano de saneamento básico do município de Queluz e dá outras providências.”.
Lei nº 864 de 07 de novembro de 2018	Dispõe sobre a revisão do plano de saneamento básico do município de Queluz
Lei nº 442 de 26 de junho de 2008	Estabelece a política municipal de desenvolvimento sustentável e do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, cria o conselho municipal do meio ambiente, institui o fundo municipal do meio ambiente e dá outras providências
Lei nº 782 de 22 de junho de 2017	Altera a lei nº442/2008

QUADRO 1 – LEGISLAÇÕES FEDERAIS, ESTADUAIS E MUNICIPAIS RELACIONADAS COM A DRENAGEM URBANA  
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2022

## 2.2 Medidas Não Estruturais

As medidas não estruturais dos sistemas de drenagem urbana são práticas institucionais de prevenção à poluição e à redução do volume das águas pluviais.

Essas práticas podem operar tanto de forma concreta, como por exemplo na realização de varrição de rua, proteção da vegetação nas áreas de preservação permanente em áreas urbanas, etc. ou na esfera normativa, com medidas de gestão das águas pluviais urbanas, como a aplicação de planos diretores municipais que exijam reaproveitamento da água em construções novas, planos de manejo de águas pluviais em toda a área urbana, mecanismos estáveis de financiamento para os programas locais de gerenciamento de águas pluviais, etc.

De forma geral, as medidas não estruturais podem ser divididas em cinco categorias principais:

- Planejamento e controle das cidades, na forma de instrumentos vinculados juridicamente, que requerem projetos com princípios de desenvolvimento de baixo impacto, a serem aprovados pelos órgãos reguladores;
- Planejamentos estratégicos e institucionais, como o uso de planos de gerenciamento de qualidade das águas pluviais em toda área urbana
- Mecanismos que garantam o financiamento para apoiar a implementação desses planos;
- Procedimentos e práticas de prevenção à poluição, tais como: varrição de ruas, a fim de prevenir e gerenciar acidentes ambientais em instalações comerciais e industriais;

- Controles regulatórios, como a promulgação e aplicação de leis para controle da erosão e sedimentos durante a execução de obras.

Além dessas categorias, as medidas não-estruturais podem ser classificadas de acordo com o grau de urbanização da bacia hidrográfica na qual elas poderão ser aplicadas.

A bacia hidrográfica pode ser entendida como um conjunto de terras drenadas por um rio principal e seus afluentes que têm características determinantes que intervêm nos volumes das enchentes e nas vazões de estiagem, além de variáveis que influenciam o comportamento das chuvas, como a cobertura vegetal e o uso da terra.

A maior alteração da superfície de uma bacia resulta da urbanização que altera fatores como a cobertura do solo e pode causar a impermeabilização do solo, diminuir a infiltração e aumentar o escoamento superficial ocasionando cheias e inundações.

Com isso, apresenta-se a seguir algumas medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas.

Bacias Hidrográficas Não Urbanizadas e Parcialmente Urbanizadas	
Princípio jurídico: ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público	- Direito de Preempção.
Controle do uso e ocupação do solo	- Plano Diretor Urbano; - Zoneamento; - Restrição a ocupação das áreas de risco; - Preservação e ampliação de áreas permeáveis; - Programa de educação ambiental; - Controle de Área de Preservação Permanente; - Criação de parques lineares e parques nas cabeceiras dos rios.
Valos de infiltração/ drenagem	-
Urbanização de pequeno impacto	-
Bacias Hidrográficas Urbanizadas	
Soluções de mitigação	- Controle de vazão máxima nos lotes; - Telhado verde.
Controle da qualidade da água pluvial para reuso	
Programa de monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos	
Programa de monitoramento das vazões de cheia	
Programa de cadastro do sistema de drenagem	
Outras Propostas Pertinentes	
Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem	
Manutenção do revestimento das vias	
Controle da conexão ilegal com a rede de drenagem	
Conservação da rede de drenagem e dos corpos d'água	
Utilização da água pluvial	
Sistema de Previsão de Alerta	
Planos Emergenciais	
Zoneamento de Áreas Inundáveis	

QUADRO 2 – MEDIDAS NÃO ESTRUTURAIS  
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2022

A descrição de cada uma das medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas não urbanizadas, parcialmente urbanizadas e urbanizadas é apresentada nas subseções seguintes.



## 2.2.1 Bacia Hidrográfica Não Urbanizada e Parcialmente Urbanizada

A bacia hidrográfica não urbanizada se caracteriza pela ausência de ocupação na planície de inundação do curso d'água.

Já a bacia hidrográfica parcialmente urbanizada é aquela na qual haverá necessidade da adoção de medidas de caráter preventivo e emergencial, uma vez que a ocupação começa a se consolidar ao longo do curso d'água, havendo ainda áreas desocupadas.

As medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas não urbanizadas e parcialmente urbanizadas são apresentadas a seguir.

### A. Princípio jurídico ao vender a propriedade, oferecer em primeiro lugar ao poder público

#### ■ Direito de Preempção

Confere ao Poder Público municipal preferência para aquisição de imóvel urbano objeto de alienação onerosa entre particulares. As áreas em que incidirá o direito de preempção serão delimitadas no plano diretor, podendo ser exercido sempre que o Poder Público necessitar de áreas para: criação áreas verdes; unidades de conservação ou proteção de outras áreas de interesse ambiental e proteção de áreas de interesse histórico, cultural ou paisagístico.

### B. Controle do Uso e Ocupação do Solo

#### ■ Plano Diretor Urbano

O plano diretor é um instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana e deve considerar o planejamento das áreas a serem desenvolvidas e a densificação das áreas atualmente loteadas, a fim de evitar a ocupação sem prevenção e previsão, já que aqueles que estiverem impactando negativamente com as cheias dificilmente serão responsabilizados pelo poder público.

Além disso, é importante se priorizar um plano diretor com o zoneamento da área de inundação visando a estabelecer regras de ocupação de áreas de risco, evitando-se o desmatamento das áreas ribeirinhas e promovendo o reflorestamento de áreas degradadas para prevenir a erosão e o assoreamento do curso d'água.

#### ■ Zoneamento

O zoneamento é especificado no plano diretor e deve trazer um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação apoiando-se nos estudos e mapeamentos das áreas de cheia que possibilitará a classificação de acordo com o grau desse risco.

Assim, o zoneamento das áreas de risco dependerá do grau do escoamento, da topografia e do tipo de ocupação da área e será aplicado para as novas construções, sendo recomendadas as áreas já ocupadas a transferência para outras áreas.

### ■ Restrição a Ocupação das Áreas de Risco

As áreas de risco são consideradas áreas ambientalmente vulneráveis que, quando não ocupadas, não se recomenda a urbanização, exceto quando verificado possível a realização de obras determinadas de atuação preventiva.

Em se tratando de prevenção, é imprescindível que o Município exerça seu poder de polícia, tomando todas as medidas necessárias para evitar a ocupação em locais inapropriados. Além disso, deve-se incorporar as ações de proteção e defesa civil no planejamento municipal, identificar e mapear as áreas de risco de desastres e promover a fiscalização das áreas de risco de desastre e vedar novas ocupações nessas áreas.

### ■ Preservação e ampliação de áreas permeáveis

Pavimentos permeáveis são definidos como sendo aqueles que possuem espaços livres em sua estrutura por onde a água pode escoar, podendo infiltrar no solo ou ser transportada através de sistema auxiliar de drenagem. Este tipo de pavimento busca reduzir o volume de água referente ao escoamento superficial e, por consequência, reduzir a solicitação do sistema de drenagem urbana e a probabilidade de enchentes. Como efeitos complementares, tem-se a melhora da qualidade de água infiltrada por carrear menor quantidade de poluição difusa e a contribuição para a recarga.

Os melhores locais para instalação dessas estruturas são passeios, estacionamentos, quadras e ruas menos movimentadas. As vantagens deste dispositivo são a diminuição do escoamento superficial, dos condutos da drenagem pluvial, dos custos da drenagem pluvial e da lâmina d'água em estacionamentos e passeios. Já as desvantagens são a realização de manutenção constante, aumento do custo direto, a possibilidade de contaminação dos aquíferos.

### ■ Programa de Educação Ambiental

O estímulo à participação e o envolvimento da comunidade na tomada de decisões e na manutenção do sistema de drenagem por meio de programas educativos na forma de mesas-redondas, debates, campanhas etc., ajudam a aumentar o nível de conscientização, estimulando o envolvimento nas questões ambientais e modificando padrões de conduta não sustentáveis de uso da água. A realização de campanhas com a distribuição de material informativo de conscientização da população que reside ao longo dos cursos d'água e que mostre a população a responsabilidade com o ambiente em que vive também traz resultados positivos.

### ■ Controle das Áreas de Preservação Permanente Criação de Parques Lineares e Parques nas Cabeceiras dos Rios

A ocorrência de desmatamento é um fator chave para a enchente pois traz como consequência a exposição do solo à erosão. O reflorestamento deve ser feito com foco na prevenção da erosão e do assoreamento.

Além disso, o Novo Código Florestal, Lei Federal nº 12.651/2012, estabeleceu as Áreas de Preservação Permanente (APP) como forma de proteção e conservação dos recursos hídricos e dos ecossistemas aquáticos, sendo estabelecida nas faixas marginais dos dois lados de qualquer curso d'água natural perene ou intermitente, sendo excluídos os cursos d'água efêmeros e no entorno de nascentes.

As faixas marginais dos cursos d'água consideradas como Áreas de Preservação Permanente variam de acordo com a largura do curso d'água, medida a partir da borda da calha de seu leito regular que pode variar de menos de 10 a mais de 600 m.

Já as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, são consideradas como Áreas de Preservação Permanente no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros.

Assim, as atividades de recuperação das Áreas de Preservação Permanente são de suma importância para conter os fatores de degradação ambiental e sua função ecológica ao meio ambiente.

### C. Valos de Infiltração /drenagem

Os valos de infiltração podem ser estruturados paralelos às vias com o objetivo de drenar e concentrar o fluxo de água das áreas adjacentes, criando condições para a infiltração ao longo do seu comprimento. Durante chuvas intensas o nível das águas se eleva e permanece com água durante algum tempo, pois a infiltração é vagarosa. Desta forma, o volume das valetas deve ser grande o suficiente a fim de que não ocorram alagamentos.

O uso deste tipo de estrutura é praticável somente em áreas de solo permeável, e cujo nível médio do lençol freático seja inferior ao fundo da vala.

### D. Urbanização de Pequeno Impacto

A concepção urbanística das áreas em processo de expansão requer análise cuidadosa, feita por corpo técnico que utilize critérios e normas que permitam minimizar os impactos da urbanização na drenagem pluvial. Nesse sentido, deve ser prevista, conforme a necessidade, a instalação de sistemas de controle na fonte, distribuídos na bacia, com redução das áreas impermeáveis. A implantação de dispositivos de retenção e infiltração de pequeno porte elimina a necessidade de uma estrutura central de grande porte. O uso de sistemas de biorretenção em parques, áreas de lazer, jardins e também de cisternas, pavimentos permeáveis e telhados verdes propicia redução do volume escoado e filtragem da carga poluidora.

## 2.2.2 Bacia Hidrográfica Urbanizada

As bacias urbanizadas são caracterizadas pelas áreas em que o processo de ocupação do solo encontra-se desenvolvido, havendo, muitas vezes, a remoção da mata ciliar e a impermeabilização da bacia.

As medidas não-estruturais para as bacias hidrográficas urbanizadas são apresentadas a seguir como soluções de mitigação, ou seja, soluções que visam o armazenamento e o incremento de processos de infiltração e percolação.

### A. Soluções de mitigação

#### ■ Controle de Vazão Máxima nos Lotes

O controle de vazão nos lotes permite o retardo no escoamento, atenuando o pico dos hidrogramas e possibilitando a recuperação da capacidade de amortecimento perdida pela bacia devido a impermeabilização. Os dispositivos de armazenamento podem ser efetuados em telhados, pequenos reservatórios, estacionamentos, áreas esportivas, entre outros e podem ser utilizados para irrigação de grama, lavagem de superfícies e automóveis.

## ■ Telhado Verde

Conhecido como jardim em edifícios, é um dispositivo de controle do escoamento na fonte que ajuda a mitigar o impacto da urbanização, especialmente em áreas com nível de adensamento elevado. Esse dispositivo é muito eficiente na redução do escoamento, pelo aumento de área verde e pela evapotranspiração. Além disso, aporta valor comercial ao empreendimento e cria condições de vida natural, sendo considerado uma opção economicamente excelente quando comparado aos sistemas estruturais de grande porte.

Envolve o uso de coberturas planas em edificações com reforço estrutural. A laje, recoberta com uma manta impermeabilizante, recebe uma camada de solo de textura leve, uma rede de contenção e um sistema de drenagem. São usadas espécies de plantas resistentes à alta temperatura, à baixa umidade do solo e a curtos períodos de inundação durante os eventos. Esse telhado é especialmente eficiente na retenção de chuvas intensas e de curta duração, podendo reter até 70% da chuva durante a estação seca.

## B. Controle da Qualidade da Água Pluvial para Reuso

Os componentes presentes na água de chuva variam de acordo com a localização geográfica, condições meteorológicas, presença ou não de vegetação e, também, com a presença de carga poluidora, sendo o potencial risco sanitário um dos fatores que pode inviabilizar o aproveitamento das águas pluviais. Quando escoar pela superfície de captação, a água pluvial carrega consigo poluentes (substâncias tóxicas e bactérias), cuja ingestão ou contato com a pele e mucosas pode causar doenças, que vão desde simples irritações cutâneas a severas infecções intestinais. Neste contexto, considerando que as primeiras águas pluviais são de baixa qualidade, o manejo da água de chuva deve ser feito de modo criterioso, eliminando-se essa primeira fração e priorizando o monitoramento e tratamento, quando for o caso. Embora não exista regulamentação específica para os padrões de qualidade de águas de chuva, recomenda-se para o reuso urbano, ou seja, uso não potável, a verificação de parâmetros apresentados no quadro a seguir.

Parâmetro	Unidade	Valor
Ph	-	6-8
BD05	mg/L	5-30*
SST	mg/L	5-30*
Turbidez	NTU	2-5
Coliforme Total	UFC/100 mL	Ausência
Escherichia Coli	UFC/100 mL	Ausência
Cloro Livre CL2	mg/L	0,5-3,0

\*EPA= USEnvironmental Protection Agency

QUADRO 3 – PARÂMETROS DE QUALIDADE PARA USO NÃO-POTÁVEL  
FONTE: ELABORADO PELO AUTOR, 2022

## C. Programa de Monitoramento da Qualidade Ambiental dos Cursos Hídricos

O monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos que cortam o município tem como objetivo identificar a melhora/piora da qualidade ambiental em função do lançamento de efluente tratado ou in natura, ação que influencia diretamente na qualidade de vida da população.

Os cursos hídricos selecionados para o monitoramento podem ser aqueles que recebem grande quantidade de esgoto sem tratamento, identificando a necessidade de realização de intervenções, ou seja, o monitoramento está diretamente ligado com o plano de ação de tratamento dos efluentes gerados no município.

As atividades previstas para o programa de monitoramento da qualidade ambiental dos cursos hídricos são apresentadas a seguir:

- Identificar os pontos de amostragem e intervalos de amostragem que tragam segurança e consistência aos resultados do monitoramento;
- Identificar as metas de redução de cargas poluidoras nos cursos d'água
- Monitorar com frequência os córregos e rios selecionados da cidade;
- Analisar os dados de melhoria para subsidiar as atividades de outros planos de ação, principalmente o de tratamento de efluentes;
- Avaliar periodicamente a qualidade ambiental do Município e a eficácia das ações do programa como um todo.

#### D. Programa de Monitoramento de Vazões de Cheias

Este programa trata do monitoramento dos níveis d'água e das vazões na região visando um conhecimento sistemático do comportamento desses corpos d'água.

Para acompanhamento das vazões e níveis nos cursos d'água poderá ser feito convenio com órgãos federais ou estaduais para acompanhamento e/ou instalação de postos de monitoramento. Em caso de posto já existente, poderá ser levantada a série histórica nesses locais.

Para acompanhamento da variação dos níveis d'água, deve-se prever, caso necessário, a instalação de réguas limnimétricas e limnigráficas, nos locais pré-determinados, com estação coletora de dados de níveis d'água, contratação de leiturista e implantação de RN's com datum oficial.

Os resultados poderão ser armazenamento em planilhas com os dados horários, sendo posteriormente elaborado um relatório técnico parcial de acompanhamento mensal. Decorridos 12 meses poderá ser emitido um relatório consolidando todas as informações dos relatórios parciais, onde estarão apresentados os principais comentários e conclusões sobre a massa de dados analisada.

Os dados oriundos do monitoramento podem ser utilizados para subsidiar a determinação precisa dos limites da área de inundação, o monitoramento da variação de níveis e vazões a montante e jusante e o monitoramento da variação de níveis, vazões e precipitação na área urbana do Município.

#### E. Programa de Cadastro do Sistema de Drenagem

Este programa tem como objetivo realizar e manter o cadastro atualizado do sistema de drenagem do município.

Para a realização desse programa é necessário fazer o levantamento das características do sistema de drenagem com a realização do levantamento de campo pela equipe de topografia sendo, em seguida, elaborada a planta em AutoCAD. O cadastro incluiu a localização das ruas com georreferenciamento em coordenadas UTM, a posição das bocas-de-lobo, a posição dos poços de visita, o diâmetro e a cota das galerias e cursos d'água existentes.

Posteriormente deve ser realizada a integração entre a ferramenta de CAD e de geoprocessamento onde as informações para alimentar um modelo de drenagem urbana são distribuídas espacialmente ao longo da bacia hidrográfica urbana, de modo que a integração de modelos de drenagem com modelos de representação espacial melhore a precisão das informações e economizando tempo.

Dentre os vários sistemas que integram o geoprocessamento, o Sistema de Informações Geográficas (SIG) é o que reúne maior capacidade de processamento e análise de informações espaciais. O uso de Sistemas de Informação, como IDRISI, ARCVIEW, AUTOCAD MAP, entre outros, permite a sistematização de dados espaciais na forma de mapas temáticos. Neles, as informações são organizadas por setores, permitindo a rápida e contínua atualização dos dados.

Esse sistema deve ser permanentemente atualizado por um profissional habilitado conforme a instalação das novas estruturas de drenagem do município.

### 2.2.3 Outras Propostas Pertinentes

#### A. Limpeza e Manutenção da Rede de Drenagem

Englobam a limpeza das vias, da rede de drenagem e dos dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos existente como forma de redução da carga de resíduos sólidos e de sedimentos nos deflúvios.

O uso de equipamentos de varrição é uma ferramenta eficiente na remoção das partículas finas que retêm uma parcela importante da carga poluidora, além da frequência de varrição, que pode ser de sete a quinze dias.

Os sedimentos e a matéria orgânica que ficam retidos nos trechos de pequena declividade da rede de galerias tendem a se acumular, reduzindo a área de fluxo. A retirada desse material pode ser feita mediante processo de lavagem a vácuo, com a desagregação do material consolidado. A manutenção periódica dos canais abertos envolve a desobstrução e a limpeza da calha nos pontos críticos.

Os dispositivos de retenção de resíduos sólidos e de sedimentos se localizam na entrada das bocas de lobo, situados abaixo da cota inferior do tubo de entrada. O material sólido retido no interior da boca-de-lobo pode ser recolhido manualmente com a retirada da grelha. A retenção dos resíduos e do sedimento impede a transferência desses materiais para o corpo receptor situado a jusante; assim recomenda-se a limpeza dessas estruturas juntamente com a limpeza das vias.

#### B. Manutenção do Revestimento das Vias

O revestimento nas vias urbanas está sujeito à ação abrasiva dos pneus e das cargas dinâmicas dos veículos. Em locais de tráfego mais intenso, falhas nos serviços de manutenção da via propiciam o aparecimento de trincas que, com o tempo, vão, progressivamente, deteriorando a qualidade do pavimento. Dessa forma, os materiais que compõem a base ficam sujeitos à ação erosiva da chuva e do escoamento, sendo levados pelo fluxo, com a transferência de matérias sólidas e carga de poluentes ao corpo receptor. As ações de manutenção das vias contribuem para preservar os corpos d'água, protegendo-os da degradação.

#### C. Controle da Conexão Ilegal com a Rede de Drenagem

Um dos principais fatores de degradação da qualidade da água nos corpos d'água urbanos está relacionado com o lançamento de efluentes de origem doméstica na rede de drenagem. Os deflúvios lançados na rede de drenagem podem ser classificados em três tipos, de acordo com os efeitos produzidos: substâncias tóxicas e patogênicas; substâncias degradadoras da vida aquática; e água limpa. Dentre estes, os mais importantes são as substâncias tóxicas e patogênicas, onde as fontes mais prováveis desses poluentes são os efluentes residenciais e industriais. Assim, a principal fonte de conexão ilegal tem origem na rede sanitária residencial.

Com isso, é importante que a prefeitura municipal realize a fiscalização e remoção das conexões ilegais existentes, originárias principalmente de fossas sépticas, sistemas de lavagem, entre outros. As medidas preventivas envolvem o estabelecimento de normas de controle, fiscalização periódica, sanções e multas, educação e conscientização da população.

#### D. Conservação da Rede de Drenagem e dos Corpos d'Água

O funcionamento adequado do sistema de drenagem exige uma série de ações de manutenção periódicas no corpo receptor. Elas envolvem a retirada de material sólido mediante dragagem, a conservação de áreas verdes, a manutenção dos dispositivos de infiltração, a troca de elementos filtrantes etc.; constitui um cronograma de ações de manutenção preventiva e de reparo das estruturas. A manutenção do sistema de macrodrenagem (canais e cursos d'água naturais) inclui a identificação periódica de potenciais fontes de poluição pontual e difusa, bem como de lançamentos ilegais, com a limpeza e remoção de resíduos sólidos na calha fluvial. Com relação aos canais de drenagem, uma manutenção eficiente deve incluir possíveis modificações do projeto original, com o objetivo de melhor atender às especificidades locais e a sua incorporação na paisagem urbana.

#### E. Utilização da Água Pluvial

O uso da água pluvial em residências ocorre com a transferência da água por um sistema de calhas e tubulações até um reservatório, podendo ser usada para diversos fins, como jardinagem, esgotamento sanitário, lavagem de veículos etc. Nessas instalações, as primeiras chuvas, contaminadas com poeira, folhas ou resíduos de pássaros, devem ser descartadas. Uma tela instalada na entrada do reservatório permite separar a matéria sólida presente na água.

Em nível municipal, a água da chuva pode ser retida em lagos, usada na irrigação de jardins e parques, ou mesmo usada como reserva de proteção contra incêndio. A retenção da água da chuva em bacias de detenção na área urbana propicia, em alguns casos, a recarga do aquífero subterrâneo.

#### F. Sistema de Previsão e Alerta

Um Sistema de Previsão e Alerta também é considerado uma medida não estrutural e consiste em um sistema composto de:

- Coleta e transmissão de informações sobre as condições climáticas em tempo real;
- Recepção e processamento de informações;
- Estabelecimento de programas preventivos.

A finalidade desse sistema é se antecipar às ocorrências de inundação e reduzir os impactos causados pelas cheias.

O Manual de Gestão de Águas Pluviais Urbanas (2005) estabelece que esse sistema pode operar em três fases distintas:

- Fase de prevenção: nível a partir do qual existe um acompanhamento por parte dos técnicos, da evolução da enchente. Nesse momento, é alertada a Defesa Civil sobre a eventualidade da chegada de uma enchente;

- Fase de alerta: é o nível a partir do qual é previsto que um nível futuro crítico será atingido dentro de um horizonte de tempo da previsão. A Defesa Civil e a Administração municipal passam a receber regularmente as previsões para a cidade e a população recebe o alerta e instruções da Defesa Civil;
- Fase de mitigação: nível no qual ocorrem prejuízos materiais e humanos. Essas informações são: o nível atual, previsto com antecedência e o intervalo provável dos erros, obtidos dos modelos.

A fase de mitigação trata das ações que devem ser realizadas para diminuir o prejuízo da população quando a inundação ocorre, como: isolar ruas e áreas de risco, remoção da população, animais e proteção de locais de interesse público. Desse modo, para auxiliar a fase de mitigação, pode ser estabelecido um Plano de Emergência que contenha as principais orientações de atuação para os órgãos públicos e para a comunidade.

### G. Planos Emergenciais

Os Planos Emergenciais contêm elementos norteadores que irão mobilizar os órgãos e equipes necessários para atuar nos momentos críticos. Estes planos fazem a identificação e a análise dos riscos em escala municipal. A partir disso, estabelecem as medidas imediatas de salvaguarda e de proteção de pessoas.

Os Planos Emergenciais são manuais que possibilitam o gerenciamento e a organização necessária para difusão do alerta, indicam os procedimentos de segurança, identificam meios disponíveis e determinam a implantação de medidas de acompanhamento e auxílio à população.

### H. Zoneamento de áreas inundáveis

O zoneamento de áreas sujeitas à inundação e/ou enchentes é de extrema importância para o planejamento de uso e ocupação de uma região. Definindo as áreas críticas, podemos direcionar o uso do solo de acordo com suas características, como por exemplo, áreas mais sujeitas a eventos de inundações devem ser preferencialmente para uso de recreação ou preservação, enquanto áreas menos susceptíveis podem ser melhor exploradas de acordo com sua vocação tanto natural como econômica, evitando assim problemas de ordem socioeconômica e de catástrofes com possíveis perdas humanas.

O zoneamento das áreas de inundação engloba as seguintes etapas:

- Determinação do risco das enchentes.
- Mapeamento das áreas sujeitas à inundação: Os mapas de inundação podem ser de dois tipos: mapas de planejamento e mapas de alerta. O mapa de planejamento define as áreas atingidas por cheias de tempos de retorno escolhidos. O mapa de alerta é preparado com valores de cotas em cada esquina da área de risco. Com base na cota absoluta das esquinas, deve-se transformar esse valor na cota referente à régua. Isso significa que, quando um determinado valor de nível de água estiver ocorrendo na régua, a população saberá quanto falta para inundar cada esquina. Isso auxilia a convivência com a inundação durante a sua ocorrência.
- Zoneamento: O zoneamento propriamente dito é a definição de um conjunto de regras para a ocupação das áreas de risco de inundação, visando à minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias. O zoneamento urbano permite o desenvolvimento racional das áreas ribeirinhas.



### 3. REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (ABES). Manejo de Águas Pluviais Urbanas. Projeto PROSAB – Antônio Marozzi Righetto (coordenador). Rio de Janeiro: ABES, 2009.

FILHO, A. G. A.; SZÉLIGA, M. R.; ENOMOTO, C. F: Estudo de Medidas Não-Estruturais para Controle de Inundações Urbanas. Ciências Exatas e da Terra, Ciências Agrárias e Engenharias, 2000.

MINAS GERAIS. SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL. FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). Orientações básicas para drenagem urbana. Projeto Estruturador Revitalização e Desenvolvimento Sustentável da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco. Belo Horizonte: FEAM, 2006.