

ELABORAÇÃO DO PLANO DIRETOR DE MACRODRENAGEM DE 12 BACIAS HIDROGRÁFICAS INSERIDAS NO LIMITE DO MUNICÍPIO DE GUARATINGUETÁ SP.

RELATÓRIO TÉCNICO R07

PROGNÓSTICO – AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS



Empreendimento n.º 2021 – PS_COB-128

Contrato FEHIDRO n.º 301/2021

Tomada de Preços n.º 01/2023

Contrato n.º 090/2023



JULHO 2023

RELATÓRIO TÉCNICO R07

“PROGNÓSTICO – AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS”

Equipe Técnica

Engenheiro Civil Gentil Balzan
Responsável Técnico

Tecnólogo Márcio Lucio Gonzaga
Coordenação Geral

Equipe Técnica de Apoio

Topografia Clayton Bendo da Silva

Geografa Cyntia Goto de Paula

Engenheiro Agrônomo Dagoberto Mariano Cesar

Administrador Felipe Rodrigues Gonzaga

Técnico Fernando Alves de Oliveira

Engenheiro Ambiental João Paulo Freitas Alves Pereira

Geol. Mestre Paulo Eduardo Esteves de Camargo

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	1
2.	OBJETIVO	1
3.	PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS	2
3.1.	Diretrizes Institucionais.....	2
3.1.1.	Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Guaratinguetá e determinação da Secretaria de Meio Ambiente como Gestor do Plano.....	2
3.1.2.	Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Macrodrenagem	3
3.1.3.	Instituição da Política Municipal de Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas	3
3.1.3.1.	<i>Educação ambiental</i>	3
3.1.4.	Integração e Articulação da Secretaria de Meio Ambiente com a Secretaria de Educação, Secretaria de Esportes e Secretaria de Cultura.....	6
3.1.5.	Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental	6
3.1.6.	Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento, da Secretaria de Obras Públicas e da Secretaria de Meio Ambiente	7
3.2.	Programas	7
3.2.1.	Programas Institucionais	7
3.2.1.1.	<i>Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas</i>	7
3.2.1.2.	<i>Criação de Grupo de Trabalho</i>	8
3.2.1.3.	<i>Criação do Fundo Social para os Projetos de Educação</i>	8
3.2.1.4.	<i>Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental</i>	8
3.2.1.5.	<i>Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana</i>	9
3.2.1.6.	<i>Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação</i>	10
3.2.1.7.	<i>Classificação de níveis de urgência e/ou emergência</i>	10
3.2.1.8.	<i>Indicação de medidas para situações de emergência e contingência</i>	11
3.2.1.9.	<i>Sistema de alerta e controle de cheias</i>	13
3.2.1.10.	<i>Programa de medidas de fiscalização e controle</i>	14
3.2.2.	Programas Técnicos.....	15
3.2.2.1.	<i>Programa para a complementação do cadastro dos sistemas de macro e micro drenagem</i> 15	
3.2.2.2.	<i>Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas</i>	16
3.2.2.3.	<i>Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico</i>	16
3.2.2.4.	<i>Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem</i>	17

3.2.2.5. <i>Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas</i>	18
3.2.2.6. <i>Orientação para Projetos</i>	18
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
ANEXO I - CD - ARQUIVO DIGITAL	28

RELATÓRIO TÉCNICO R07

Natureza do Trabalho: Elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem de 12 Bacias Hidrográficas Inseridas no Limite do Município de Guaratinguetá SP.

Interessado: Município de Guaratinguetá SP.

1. INTRODUÇÃO

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, devidamente inscrita no Cadastro Geral de Contribuintes do Ministério da Fazenda CNPJ/MF sob n.º 10.245.713/0001-79, com sede na Rua Diogo Ribeiro, n.º 126 - Jardim Virginia Bianca, Capital - São Paulo, apresenta este Relatório Técnico R07, **Prognóstico – Ações Não Estruturais**, que refere-se às atividades previstas no Termo de Referência, referente ao Edital da Tomada de Preços n.º 01/2023 do Edital nº 16/2023, tipo menor preço, objeto de convênio celebrado entre o Município e o Fundo Estadual de Recursos Hídricos - FEHIDRO, Empreendimento 2021-OS_COB-128 / Contrato FEHIDRO n.º 301/2021 Projeto do “**Elaboração do Plano Diretor de Macrodrenagem de 12 Bacias Hidrográficas Inseridas no Limite do Município de Guaratinguetá SP**”, encaminhada ao Comitê da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul - CBH TB - UGRHI 02.

2. OBJETIVO

O presente Plano Diretor Municipal de Macrodrenagem tem como objetivo realizar o levantamento de dados, e o diagnóstico da situação atual das drenagens do município de Guaratinguetá. O plano visa fornecer subsídios para análise da drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, em ações voltadas ao controle de cheias, a prevenção de inundações, a drenagem e a correta utilização de várzeas nas 12 Bacias Hidrográficas que compõem o município de Guaratinguetá.

Desta forma, o Plano visa propor ações e metas que servirão como base para as secretarias municipais e outras instituições desenvolverem as suas próprias diretrizes para o gerenciamento dos dispositivos de drenagem urbana, objeto que busca mitigar o

processo de urbanização acelerado sofrido no município, garantindo melhoria da qualidade de vida da população.

3. PROPOSIÇÃO DE MEDIDAS DE CONTROLE NÃO-ESTRUTURAIS

As medidas não estruturais, como o próprio nome indica, não utilizam estruturas que alterem diretamente o regime de escoamento das águas. Correspondem, basicamente, às medidas cuja finalidade é o controle do uso e ocupação do solo, principalmente nas planícies de inundação, visando a diminuição da vulnerabilidade dessas áreas aos efeitos adversos dos eventos causadores de distúrbios (enchentes, inundações, alagamentos). Quando não é possível evitar completamente a exposição de pessoas e de infraestruturas patrimoniais aos riscos decorrentes desses eventos, as medidas não estruturais podem contribuir para alertar as comunidades potencialmente atingidas, tornando-as mais bem preparadas para absorverem alguns impactos causados pelas ocorrências.

Medidas não estruturais também podem ser de natureza gerencial ou educacional, como o estabelecimento de regras de uso de dispositivos de drenagem ou a adoção de planos de educação ambiental que contribuem para formar consciências comprometidas com a sustentabilidade da cidade.

3.1. Diretrizes Institucionais

Entende-se por Diretrizes um conjunto de indicações para se levar a termo um plano traçado. Com esta visão, e com os princípios fundamentais estabelecidos, foram elencadas as diretrizes denominadas gerais que definirão os programas, projetos e ações de natureza institucional e de caráter mais abrangente, a serem empreendidos no âmbito da drenagem urbana.

3.1.1. Institucionalização da Política de Drenagem Urbana do Município de Guaratinguetá e determinação da Secretaria de Meio Ambiente como Gestor do Plano

A Política de drenagem urbana de Guaratinguetá será estabelecida a partir da aprovação do Plano de Diretor de Drenagem. O Plano ensejará a elaboração e estabelecimento de legislação específica, a ser aprovada pela Câmara Municipal. Dado o caráter abrangente do plano será necessária a revisão e complementação da totalidade dos instrumentos

legais municipais referentes ao assunto; estando a cargo da Secretaria de Meio Ambiente a implementação e gestão do Plano Diretor de Macrodrenagem no âmbito municipal.

3.1.2. Vinculação dos Investimentos em Drenagem Urbana, Previstos e em Andamento, à Programação a ser estabelecida por este Plano Diretor de Macrodrenagem

Com a aprovação do Plano, o executivo municipal deverá adequar seu orçamento e a programação de investimentos, de forma a atender a programação estabelecida pelo Plano Diretor de Macrodrenagem.

3.1.3. Instituição da Política Municipal de Relacionada às Questões de Drenagem Urbana e de Conservação das Bacias Hidrográficas

Promover, de forma abrangente e em larga escala, o acesso à Educação Ambiental da população, de maneira formal ou informal, seja através de um processo institucionalizado que ocorre nas unidades de ensino, como também por sua realização fora da escola, envolvendo flexibilidade de métodos e de conteúdos e um público alvo variável em suas características (faixa etária, nível de escolaridade, nível de conhecimento da problemática da drenagem urbana, etc.);

3.1.3.1. Educação ambiental

A educação ambiental só foi institucionalizada no Brasil a partir da Constituição Federal de 1988. Em 1994 é criado o Programa Nacional de Educação Ambiental e em 1999 o poder público institui a Política Nacional de Educação Ambiental (PNEA).

A PNEA define as instâncias que são responsáveis pela promoção da educação ambiental, como o próprio poder público, a iniciativa privada, a sociedade civil e os meios de comunicação em massa. A PNEA também dispõe sobre a capacitação de recursos humanos por meio da elaboração e divulgação de material educativo.

Em 2007 foi instituída a Política Estadual de Educação Ambiental (Lei Nº 12.780, de 30 de novembro de 2007), a qual, assim como a PNEA, reforça a necessidade de seus princípios estarem presentes em todos os níveis educacionais, da educação formal à não-formal, assim como em todos os níveis da gestão ambiental, desde o planejamento, passando pela implementação ou execução e chegando ao monitoramento dos

resultados. A PNEA estabelece que a Educação Ambiental esteja integrada dentro do desenvolvimento educacional das escolas estaduais, e que seja incluída nos temas transversais nas disciplinas curriculares. Ela é estabelecida nos cursos superiores de licenciatura e também recomenda diretrizes de ética socioambiental para atividades profissionais.

Considerando as diretrizes expostas nas Políticas Nacional e Estadual de Educação Ambiental, sugere-se que Guaratinguetá elabore um Plano Municipal de Educação Ambiental contendo as orientações presentes neste relatório.

Educação ambiental consiste na conscientização, orientação e sensibilização da população sobre as causas e consequências de fenômenos, como inundações, através de programas, os quais podem variar de propagandas veiculadas pela mídia até eventos educacionais.

Sabe-se que para obter bons resultados na aplicação das técnicas de controle de enchentes a participação da sociedade é fundamental. O interesse da população em colaborar, bem como sua conscientização a respeito das causas e dos problemas de enchentes podem ser conquistados por meio de programas de Educação Ambiental.

No entanto, a Educação Ambiental não deve ser interpretada como uma medida voltada apenas à população vulnerável aos riscos de enchentes, mas sim a membros de todos os setores, inclusive do meio técnico, e de todas as classes sociais. São de extrema importância a capacitação profissional e a disseminação de conhecimentos, assim como o fluxo de informações e entendimentos comuns dos problemas.

É fundamental a importância da capacitação técnica de profissionais cujas funções influenciem o sistema de macrodrenagem e microdrenagem. A capacitação para um desempenho responsável em tais atividades é muito importante porque faz parte das ações preventivas de tratamento de enchentes. Estes entendimentos comuns partem, em primeira instância, do reconhecimento dos problemas e sua legitimação por todos aqueles que estão envolvidos. A educação ambiental deve iniciar-se, portanto, nos próprios meios técnicos (de planejamento, execução, operação e manutenção dos sistemas), nos círculos de tomada de decisões e no meio político.

A educação ambiental pode ser realizada por meio de cursos de capacitação orientados a membros técnicos; realização de palestras; realização de visitas técnicas a pontos de alagamentos; cursos e atividades práticas voltadas à comunidade; estímulos para diminuir

drasticamente a utilização dos cursos d'água como receptores e transportadores de lixo, principalmente aos moradores vizinhos de córregos, ribeirões e reservatórios; aplicação da educação ambiental nas escolas e sensibilização da população local.

Assim, as metas e objetivos a serem previstos no Plano Municipal de Educação Ambiental - PMEA de Guaratinguetá devem englobar diversos âmbitos da sociedade, não só a esfera pública, mas também a privada, as instituições mistas, as organizações não governamentais, assim como os cidadãos de uma maneira geral.

Um Plano Municipal de Educação Ambiental de Guaratinguetá deve servir como baliza para as atividades, as dinâmicas e as políticas públicas que visam a inclusão da educação ambiental no âmbito das atividades escolares, empresariais e do poder público. Ressalta-se que os princípios gerais da Educação Ambiental que devem reger o PMEA de Guaratinguetá são:

- abordagem que engloba todos os âmbitos espaciais envolvidos no meio ambiente, de local a global;
- concepção do meio ambiente de forma a considerar a interdependência entre o meio natural, socioeconômico e cultural;
- continuidade do processo educativo e permanente visão crítica acerca deste processo;
- enfoque integral, participativo e diplomático;
- multiplicidade de abordagens pedagógicas, interdisciplinares, proporcionando assim a criatividade de ideias na reformulação de paradigmas;
- respeito à particularidades culturais, étnicas e individuais.
- vinculação da ética nas relações de trabalho, nas práticas sociais, na educação e nas atividades do meio ambiente;

As diretrizes a serem adotadas pelo PMEA podem ser:

- estimular a participação social da população de Guaratinguetá nas atividades de Educação Ambiental;
- facilitar o acesso ao inventário dos recursos naturais, científicos, tecnológicos, equipamentos sociais e culturais do Município de Guaratinguetá.
- fomentar e estimular projetos e ações socioeducativas em unidades de conservação, parques e áreas verdes, destinadas à conservação, direcionados a todos os públicos;

- fortalecer as atividades de Educação Ambiental nos níveis Federal, Estadual e Municipal;
- promover a formação continuada de professores e educadores ambientais;
- promover a transversalidade da Educação Ambiental em todos os níveis de ensino de forma interdisciplinar e transdisciplinar;
- promover parcerias entre os setores público, privado, terceiro setor, entidades de classe, meios de comunicação, etc., em projetos ambientais e sustentáveis;

Os objetivos da Educação Ambiental a serem adotados devem ser:

- criar mecanismos institucionais que permitam a melhoria dos índices ambientais na cidade;
- estimular o aprofundamento de uma consciência crítica acerca dos problemas socioambientais;
- garantir que a comunicação e as informações ambientais sejam democratizadas;
- incentivar a população a entender que um valor intrínseco à cidadania é a participação individual e coletiva na preservação do meio ambiente.
- promover a Educação Ambiental atentando para a relação entre o saneamento básico, a saúde, o meio ambiente, a educação e a cultura;

3.1.4. Integração e Articulação da Secretaria de Meio Ambiente com a Secretaria de Educação, Secretaria de Esportes e Secretaria de Cultura

Como forma de assegurar a instituição eficiente da Política Municipal de Educação Ambiental nos assuntos referentes à drenagem urbana, a integração e articulação entre o gestor do Plano Diretor de Macrodrenagem (Secretaria de Meio Ambiente), a Secretaria de Educação, Secretaria de Esportes e Secretaria de Cultura deverá se concretizar de maneira institucionalizada, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a resguardar e assegurar o monitoramento a implementação da Política Municipal de Educação Ambiental e outras medidas afins.

3.1.5. Integrar os Programas e Ações de Drenagem Urbana ao Conceito de Saneamento Ambiental

Considerar a interação das ações entre os setores de abastecimento de água, de

esgotamento sanitário, de manejo dos resíduos sólidos e manejo das águas pluviais (Drenagem Urbana), com a obtenção de resultados espacialmente mensuráveis, reduzindo o efeito de pulverização das ações e, portanto, dos resultados relativos à salubridade ambiental.

3.1.6. Integração e Articulação da Secretaria de Planejamento, da Secretaria de Obras Públicas e da Secretaria de Meio Ambiente

Esta integração deverá ocorrer de modo que as três secretarias trabalhem coordenada e articuladamente na gestão do Plano Diretor Municipal, do Plano Diretor de Macrodrenagem e do Plano de Saneamento Ambiental, impedindo empreendimentos e ações em desacordo com os conceitos e diretrizes estabelecidos no presente plano. A articulação deverá se concretizar de maneira institucionalizada entre o gestor do Plano Diretor de Macrodrenagem (Secretaria de Meio Ambiente), a Secretaria de Planejamento e a Secretaria de Obras Públicas, nas questões que envolvem drenagem, salubridade ambiental, planejamento urbano e meio ambiente, com previsão tanto das atribuições de cada órgão bem como de reserva de parcela percentual orçamentária, com vistas a monitorar e incrementar as ações que envolvam medidas afins que subsidiem direta e indiretamente a melhoria das condições de salubridade ambiental.

3.2. Programas

3.2.1. Programas Institucionais

São aqueles criados de modo a implementar e operacionalizar as diretrizes institucionais previstas no presente Plano.

3.2.1.1. Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental Relacionado à Drenagem e Conservação das Bacias Hidrográficas

Busca-se aqui o estabelecimento de bases para a institucionalização de um Programa de Educação Permanente envolvendo as Secretarias Municipais de Educação, de Esportes, de Cultura, de Meio Ambiente, além da Secretaria de Planejamento e da Secretaria de Obras Públicas. A Secretaria de Meio Ambiente, considerada como gestora do processo, deverá coordenar os trabalhos para a implantação e implementação da política a ser

estabelecida.

A Educação Ambiental a ser empreendida pelo poder executivo deverá observar a legislação em vigor, em especial a Lei Federal N.º 9.795 de 1999, que trata da Política Nacional de Educação Ambiental.

Os projetos e ações necessárias para o alcance deste programa estão a seguir relacionados.

3.2.1.2. Criação de Grupo de Trabalho

Este grupo deverá ser criado com o objetivo de traçar e formular as bases da Política Municipal de Educação Ambiental, em consonância com a Lei Federal N.º 9.795 de 1999. Deverá ser composto por profissionais ligados à Área da Educação e da Assistência Social, da Área da Saúde, além das Áreas Técnicas que exercem atividades de Gerenciamento e Controle do Setor de Drenagem e Meio Ambiente.

Seu estabelecimento deverá ter retaguarda institucional, com definição de prazos e resultados esperados. O documento final deverá conter os objetivos e os princípios que nortearão os trabalhos e, ainda, diretrizes, programas específicos, projetos e ações a serem empreendidas no âmbito municipal.

3.2.1.3. Criação do Fundo Social para os Projetos de Educação

O COMDEMA (Conselho Municipal de Defesa ao Meio Ambiente) deverá, em prazo não superior a 1 (um) ano, a contar da data de aprovação do Plano de Drenagem Urbana, estabelecer as bases para a criação do Fundo Social para Projetos de Educação Ambiental. O objetivo principal deste Fundo Social será o de aliar a educação ambiental à assistência a famílias de baixo poder aquisitivo, de maneira a promover sua inclusão social através de atividades que concorram e contribuam para a sensibilização da comunidade para as questões de salubridade ambiental.

3.2.1.4. Programa de Institucionalização do Relacionamento Intragovernamental na Área do Saneamento Ambiental

Mesmo com a centralização das atividades relativas à drenagem urbana na Secretaria de Meio Ambiente, no que se refere ao planejamento, gestão e operação, algumas Secretarias Municipais deverão exercer atividades em conjunto com a primeira, mantendo

relações estreitas de trabalho e participando diretamente, seja no aporte de recursos, seja no desenvolvimento de atividades ou, ainda, nos resultados a serem obtidos relativos à implementação do Plano Diretor de Macrodrenagem.

Este relacionamento institucional deverá ser regulamentado e, ainda, os trabalhos deverão ser regidos por meio de Decreto Municipal onde estará estabelecido, no mínimo, os objetivos, a composição do grupo, as funções a serem exercidas, a responsabilidade de cada órgão, a periodicidade de fluxo das informações, e as atividades a serem desenvolvidas.

Em razão das peculiaridades inerentes a cada órgão público e segundo as especificidades dos trabalhos a serem desenvolvidos, a Secretaria de Obras Públicas, em um prazo não superior a 3 (três) meses, a contar da data de aprovação do Plano Diretor de Macrodrenagem, enviar ao executivo municipal as minutas dos decretos que regulamentarão as relações com cada Secretaria ou instituição pública, relacionada diretamente com a implementação do Plano. Para que não haja prejuízos na implementação do Plano, o executivo municipal, por sua vez, deverá regulamentar esta matéria em um prazo não superior a 3 (três) meses.

A princípio, as Secretarias Municipais que manterão estrita relação de trabalho com a Secretaria de Meio Ambiente serão:

3.2.1.5. Reforma e Complementação da Legislação Municipal do Setor de Obras e Drenagem Urbana

Todos os programas institucionais e alguns dos programas setoriais a ser desenvolvidos necessitarão de legislação municipal adequada à sua implementação.

O executivo municipal, com a assessoria da Secretaria de Meio Ambiente, da Secretaria de Planejamento e Secretaria de Obras Públicas, deverá promover a reforma e complementação da Legislação Municipal que dispõe sobre os serviços de Drenagem Urbana, inclusive no que se refere ao Plano Diretor Urbanístico, uso e ocupação do solo e posturas, de forma a adequá-la à Legislação Federal vigente e ao Plano Diretor de Macrodrenagem aprovado pelo Legislativo Municipal.

Após a promulgação da Lei do Plano Diretor de Macrodrenagem, sua regulamentação não poderá ultrapassar o prazo de 6 (seis) meses, com a finalidade de dar andamento consistente aos programas estabelecidos.

3.2.1.6. Regulamentação do uso e ocupação do solo em áreas sujeitas à inundação

A definição e a regulamentação do uso e ocupação do solo nas áreas sujeitas à inundação devem ser consideradas no Plano Diretor do município.

Com base nessas áreas deve-se definir um conjunto de regras para a ocupação das áreas de maior risco de inundação, visando a minimização futura das perdas materiais e humanas em face das grandes cheias, constituindo um zoneamento das áreas de risco de inundações no município. Esse zoneamento permitirá uma ocupação racional das áreas ribeirinhas. Quanto às condições técnicas do zoneamento, sabe-se que o risco de ocorrência de inundação varia com a respectiva cota da várzea. As áreas mais baixas obviamente estão sujeitas a maior frequência de ocorrência de enchentes. Assim sendo, a delimitação das áreas do zoneamento depende das cotas altimétricas das áreas urbanas. A regulamentação do uso das áreas de inundação pode apoiar-se em mapas com a demarcação dos diferentes riscos e, a partir desta avaliação, dos critérios de ocupação das mesmas. Para que esta regulamentação seja utilizada beneficiando as comunidades, a mesma deve ser integrada à legislação municipal sobre loteamentos, construções e habitações, a fim de garantir a sua observância.

3.2.1.7. Classificação de níveis de urgência e/ou emergência

Para embasar o zoneamento deve-se estabelecer o risco de inundação em diferentes cotas das planícies de inundação. Dessa forma, considerando-se que os cursos d'água, normalmente, formam dois leitos (o menor correspondendo à seção de escoamento em regime de estiagem, e o maior à uma seção mais larga, formada nos meses de maior pluviosidade), o zoneamento deve distinguir, pelo menos, essas duas possibilidades. Quando o tempo de retorno de extravasamento do leito menor é superior a 2 anos, a população tende a ocupar essas áreas de várzeas, com os mais diversos usos, indo de horticulturas até a construção de casas. Assim, por ocasião das cheias, tanto os bens como as pessoas ali instalados ficam sujeitos à diversos perigos e danos. Há casos em que mesmo as áreas situadas à montante das cotas mais altas das várzeas ficam prejudicadas pela elevação do nível d'água decorrente da obstrução ao escoamento natural causada pelos ocupantes das áreas mais baixas.

Outras medidas não estruturais que podem ser adotadas para promoverem um

melhoramento na drenagem urbana são: instalação de vedação nas partes baixas das paredes e de uma espécie de barramento temporário ou permanente nas aberturas entre as edificações; cercamento e sinalização das áreas sujeitas à inundação; instituir recomendações de prevenção à enchentes no Código de Construção; aquisição, pela municipalidade, de terrenos para preservação em áreas de inundação; adoção de incentivos fiscais para uso prudente da área de inundação; promover parcerias das mais diversas para promover o reassentamento de comunidades que ocupam áreas de risco; estabelecer, junto à Secretaria de Planejamento e à Secretaria de Obras Públicas e/ou a outras divisões competentes procedimentos para o estabelecimento sistemático de campanhas de inspeção e dos dispositivos de drenagem; adoção de campanhas e programas de educação da população quanto às questões relacionadas à drenagem de águas pluviais e ao controle de enchentes.

É importante enfatizar aos gestores do sistema de drenagem urbana a necessidade de se combinar medidas estruturais e não estruturais no intuito de reduzir os impactos das cheias e aumentar a eficiência do setor.

3.2.1.8. Indicação de medidas para situações de emergência e contingência

A Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade), disciplinada pela Instrução Normativa nº 1 de 24 de agosto de 2012 é fundamental para a uniformização das definições dos eventos que podem implicar em Situações de Emergência ou em estados de calamidade Pública que devem ser considerados nos Planos de Emergência dos municípios. A partir desta uniformização pode-se planejar o atendimento operacional para as situações críticas, primeiro prevenindo e mitigando e, posteriormente, respondendo às emergências.

Segundo a IN nº 1 de 24 de agosto de 2012, referendada pelo Ministério da Integração Nacional para ser adotada pelas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDEC), os eventos a serem considerados nos planos de emergências e contingências apresentam as seguintes definições:

- I. Desastre: resultado de eventos adversos, naturais ou provocados pelo homem sobre um cenário vulnerável, causando grave perturbação ao funcionamento de uma comunidade ou sociedade envolvendo extensivas perdas e danos humanos,

materiais, econômicos ou ambientais, que excede a sua capacidade de lidar com o problema usando meios próprios;

- II. Dano: resultado das perdas humanas, materiais ou ambientais infligidas às pessoas, comunidades, instituições, instalações e aos ecossistemas, como consequência de um desastre;
- III. Prejuízo: medida de perda relacionada com o valor econômico, social e patrimonial, de um determinado bem, em circunstâncias de desastre;
- IV. Situação de emergência: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo parcialmente sua capacidade de resposta;
- V. Situação de contingência: situação imprevista, que não se consegue controlar nem prever; eventualidade, casualidade. Natureza do que acontece de modo eventual, incidental ou desnecessário, podendo ter ocorrido de outra forma ou não se ter efetivado;
- VI. Estado de calamidade pública: situação de alteração intensa e grave das condições de normalidade em um determinado município, estado ou região, decretada em razão de desastre, comprometendo substancialmente sua capacidade de resposta.

Segundo a definição de desastre conclui-se que:

- i. desastre não é o evento adverso, mas a consequência dele;
- ii. não existe, na definição, nenhuma ideia restritiva sobre a necessidade de que o desastre ocorra de forma súbita;
- iii. não existe nenhum conceito de valor sobre a intensidade dos desastres.

Ainda, para que se caracterize um desastre é necessário que:

- i. ocorra um evento adverso com magnitude suficiente para, em interação com o sistema receptor (cenário do desastre), provocar danos e prejuízos mensuráveis; e
- ii. que existam, no cenário do desastre, corpos receptores ou receptivos vulneráveis aos efeitos dos eventos adversos.

3.2.1.9. Sistema de alerta e controle de cheias

Algumas medidas deverão ser tomadas para ajudar a reduzir os prejuízos causados por inundações, tendo como objetivo minimizar os danos através de uma melhor convivência da população com as inundações. Como medida não estrutural encontra-se a utilização de sistemas de alerta a inundações, utilizados na elaboração de mapas de enchentes com previsão do fenômeno aliado à tecnologias, como medidores através de sensores e câmeras, dentre outros visando alertar a população de áreas inundáveis antes de seu acontecimento. Existem várias ferramentas passíveis de implantação do sistema, uma delas é descrita e indicada a seguir, para o município em questão.

O Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação (ICMC) da USP, em São Carlos-SP, com o apoio do Centro de Ciências Matemáticas Aplicadas à Indústria (CeMEAI) e a colaboração de professores da Universidade de Warwick, localizada no Reino Unido, desenvolveram uma tecnologia para a gestão dos riscos de enchentes. Trata-se de um sistema capaz de detectar a enchente ou o risco de sua ocorrência e de avisar a população passível de sofrer as consequências do evento, via aplicativo de celular. O sistema é chamado e-Noé e funciona por meio de uma rede de sensores sem fio.

O professor Jó Ueyama, do ICMC da USP em São Carlos, lidera o grupo de estudo que desenvolveu a tecnologia e explicou, em entrevista ao Jornal da USP “No Ar”, em 17/01/2019, como foi desenvolvido o e-Noé, nome inspirado no profeta bíblico que previu o dilúvio. A ideia foi trazida de um protótipo desenvolvido em um programa de doutorado da Universidade de Warwick, com a finalidade de fazer a detecção e a previsão de enchentes. Vários sensores são utilizados e seguimos uma abordagem chamada de multimodal, que consiste na utilização de multissensores para aumentar a confiabilidade da presença de uma enchente. No processo ocorre o uso de câmeras, sensores de nível dos rios e uma tecnologia de rede sem fio que capta essas informações para passar aos servidores e estes, por sua vez, emitem os alertas.

Os sensores são colocados em pontos estratégicos dos rios, em locais com frequência de enchentes identificados por hidrólogos. A câmera fica num poste a cerca de sete metros de altura, capturando as imagens. Tanto as imagens como os sinais dos sensores são enviados em tempo real.

No processo de coleta das informações, para a emissão dos alertas, é realizada uma seleção de dados das redes sociais, através de uma inteligência artificial, compondo os

multissensores. O Twitter foi uma das redes nas quais se observaram as hashtags, publicações e fotos postadas pelos usuários referentes às enchentes. “A população ajuda os sensores dando alertas para todos, de forma correta”, afirma o pesquisador, explicando que ocorre uma filtragem das publicações que de fato trazem informação confiável para complementar os dados.

O e-Noé, aplicado na cidade de São Carlos, pode ser oferecido a outros municípios por intermédio de convênios que a Agência USP de Inovação poderá firmar com as prefeituras. “Feito isso, a tecnologia pode ser disponibilizada para uma determinada cidade. É importante ressaltar que, após um período determinado, nós faríamos um estudo sobre a cidade para saber os pontos estratégicos em que ocorrem as enchentes”, diz o professor. Para mais informações, consulte o site: <http://www.inovacao.usp.br/saocarlos/>.

3.2.1.10. Programa de medidas de fiscalização e controle

A fiscalização cabe ao Titular dos serviços, que pode realizá-la diretamente ou delegá-la à entidade de outro ente federado (art. 8 da Lei nº 11.445/07). A Lei do Saneamento define que “serviço adequado é o que satisfaz as condições de regularidade, continuidade, eficiência, segurança, atualidade, generalidade, cortesia na sua prestação e modicidade das tarifas” e que “a atualidade compreende a modernidade das técnicas, do equipamento e das instalações e a sua conservação, bem como a melhoria e expansão do serviço”.

O Quadro 01 apresenta as entidades que podem assumir a responsabilidade de desempenhar cada uma das funções da gestão do saneamento básico, quais sejam: planejamento, prestação de serviços, regulação e fiscalização.

Quadro 01 - Funções da gestão e entidades passíveis de atuar como responsáveis.

FUNÇÃO	RESPONSÁVEL
Planejamento	Titular, ou seja, o município.
Prestação de Serviços	Titular, ou seja, o município; ou
	Órgão ou entidade do titular, a quem se tenha atribuído por lei a competência de prestar o serviço público; ou
	Órgão ou entidade de consórcio público ou de ente da federação com quem o titular celebrou convênio de cooperação, desde que delegada a prestação por meio de contrato de programa; ou
	Órgão ou entidade a quem se tenha delegado a prestação de serviços por meio de concessão.
Regulação	A regulação de serviços públicos de saneamento básico poderá ser delegada pelos titulares a qualquer entidade reguladora constituída dentro dos limites do respectivo estado, explicitando, no ato da delegação da regulação, a forma de atuação e a abrangência das atividades a serem desempenhadas pelas partes envolvidas (art. 23, § 1º, Lei nº 11.445/07).
Fiscalização do Setor de Saneamento	Titular, que pode delegar a:
	• Conselho Municipal;
	• Ente ou órgão regulador municipal ou estadual;
	• Consórcio.

Fonte: ReCESA, 2013, adaptado da Lei nº 11.445/07.

3.2.2. Programas Técnicos

3.2.2.1. Programa para a complementação do cadastro dos sistemas de macro e micro drenagem

Antes de realizar os projetos e obras para atender as deficiências do sistema de drenagem urbana, deve-se realizar a continua atualização do mapeamento, do cadastramento e do nivelamento da rede de drenagem, preferencialmente por empresa especializada, contratada por licitação a fim de conter todas as informações inerentes a esse sistema, tais como:

- Traçados da rede de drenagem georreferenciada com inclusive detalhando dados como diâmetro, material e profundidade das tubulações;
- Seções transversais suficientes para caracterizar o leito de escoamento do canal ou galeria, devendo incluir todas as singularidades existentes (curvas, inflexões, transições, estreitamentos bruscos, mudanças de declividades, entradas de afluentes, desemboques, etc.);

- Caracterização topológica de reservatórios de amortecimento de cheias;
- Identificação dos pontos de alagamento e inundações;
- Identificação de pontos de interferência nas redes de micro e macro drenagem que compõe o sistema de drenagem

O mapeamento deve ser entregue em material editável e compatível com o apresentado pelo presente plano. A partir desse cadastro completo e atualizado, será possível realizar as demais ações de expansão das redes de micro e macro drenagem para atendimento as demandas locais que são sujeitas a inundações e alagamentos.

3.2.2.2. Elaboração de Manual de Critérios para a Elaboração de Estudos Hidrológicos de Vazões Extremas

No prazo de 3 (três) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Macrodrenagem, a Secretaria de Planejamento e a Secretaria de Obras Públicas deverão elaborar em conjunto, com base nas diretrizes presente plano um manual de critérios para a elaboração de estudos hidrológicos de vazões extremas, definindo conteúdos mínimos, metodologias e critérios técnicos para a elaboração de estudos e projetos de drenagem no município, quer sejam de obras privadas, quanto públicas. Este manual deverá estar de acordo com os critérios estabelecidos pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo, especialmente nos casos em que a obtenção de aprovação e/ou outorga deste último for necessária.

O manual elaborado deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto, ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.

3.2.2.3. Programa de monitoramento hidráulico-hidrológico

Um evento hidrológico extremo, embora tenha chances mínimas de ocorrência, tem grande probabilidade de causar um colapso generalizado no sistema de drenagem, uma vez que esses eventos podem superar os dados das previsões.

Por esse motivo, em conjunto com medidas que amenizem os efeitos das inundações, são necessários sistemas de monitoramento em tempo real, centros de análise de dados e planos para ações emergenciais.

Além da coleta e transmissão de dados é recomendável elevar o nível de conscientização e treinamento da população, melhorando assim a eficiência de uma possível evacuação no momento da ocorrência, e conseqüentemente, reduzindo riscos de vidas e danos à saúde. Atualmente, não há plano de emergência para eventos extremos e abrigos.

As áreas de risco deverão ser monitoradas e o nível de atenção deverá se adequar ao decorrer da implantação das medidas estruturais, os quais podem classificar-se em interdição de área até remoção da população.

As ações de remoção da população das áreas de risco e relocação para abrigos (assistência humanitária) são viabilizadas por intermédio da Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC do Ministério da Integração Nacional (MDR, 2019). A construção de edifícios para abrigo provisório para assistência às vítimas de desastres naturais pode ser financiada mediante solicitação de recursos no SINPDEC (MDR, 2019).

3.2.2.4. Elaboração de Manual de Procedimentos Para Análise e Aprovação de Obras, no que se Refere às Questões de Drenagem

No prazo de 3 (três) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Macrodrenagem, a Secretaria de Planejamento e a Secretaria de Obras Públicas deverão elaborar um manual de procedimentos para a análise e aprovação de Projetos submetidos à Prefeitura Municipal de Guaratinguetá, no que se refere às questões de drenagem, estabelecendo:

- A abrangência das normas de aprovação;
- Os critérios para a elaboração dos estudos e projetos a serem submetidos à aprovação; e
- Os procedimentos, fluxogramas e prazos de aprovação, bem como a matriz de responsabilidades dos processos.
- O manual de procedimentos deverá fazer parte integrante dos decretos e leis municipais que tratem da aprovação de obras e empreendimentos e deverá, portanto, ser considerado na elaboração do Programa de Reforma e Complementação do Setor de Obras e Drenagem Urbana.

3.2.2.5. Elaboração de Conjunto de Projetos Padrão, de Especificações Técnicas e de Instruções de Projeto para Sistemas de Drenagens de Obras Viárias e Redes Urbanas

No prazo de 12 (doze) meses após a aprovação da Lei do Plano Diretor de Macrodrenagem, a Secretaria de Meio Ambiente, em conjunto com a Secretaria Planejamento e a Secretaria de Obras Públicas, deverá elaborar um conjunto de documentos técnicos com o objetivo de padronizar e buscar a qualidade nas Obras Públicas Municipais de Drenagem Viária e Urbana. Os documentos deverão conter, no mínimo:

- Um conjunto de projetos padrão de engenharia de dispositivos de drenagem, que inclua quantitativos de materiais e serviços;
- Um manual de especificações técnicas de materiais e serviços utilizados para a construção e implantação dos dispositivos projetados;
- Um caderno de encargos para o estabelecimento de preços unitários dos serviços necessários à construção e implantação dos dispositivos de drenagem; e
- Um caderno de instrução de projeto que especifique conteúdos mínimos dos projetos, padrões de apresentação, critérios técnicos, normas a adotar, etc.

3.2.2.6. Orientação para Projetos

As medidas não-estruturais propostas no presente Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana têm por objetivo consubstanciar as diretrizes para drenagem urbana do município de Guaratinguetá, e contemplam ações que buscam regular a obtenção de recursos financeiros, promover o treinamento dos recursos humanos, estabelecer instrumentos legais consistentes e também orientar quanto à adoção de medidas compensatórias.

Dentre as principais medidas recomendadas pela literatura técnica destacam-se:

- o aproveitamento de espaços públicos para amortecimento das cheias;
- o reuso de águas pluviais.
- o uso de elementos permeáveis;
- os reservatórios de retenção (podendo ser instalados em áreas públicas ou particulares) ou retenção (podendo ser instalados em áreas que permitam a

manutenção de uma lâmina d'água, com garantia de que a qualidade da água permanecerá);

A adoção destas medidas compensatórias pode ser contemplada em lei específica que determina as diretrizes de ações não estruturais e estruturais a serem adotadas no município.

Os projetos e as orientações para elaboração de projetos para implantação das medidas não-estruturais previstas deverão nortear a equipe técnica da Prefeitura Municipal quanto às ações a serem tomadas para atingir as metas estabelecidas.

A adoção de medidas compensatórias, previstas para regularização de loteamentos e outras propriedades cujo escopo está definido como sistema de micro ou mesodrenagem, necessita de diretrizes quanto aos métodos de cálculo e parâmetros mínimos a serem seguidos na elaboração de projetos. Estas orientações têm por objetivo nortear os técnicos da Prefeitura Municipal para que estes possam orientar os empreendedores, e também para que estejam capacitados para avaliar e aprovar os projetos que deverão ser a eles submetidos na ocasião da instalação de novos empreendimentos.

Desta forma, a seguir são apresentadas diretrizes de projeto de algumas destas medidas de controle e técnicas compensatórias, com ênfase em escalas menores, como para retenção no lote, loteamentos, empreendimentos imobiliários ou pequenos aglomerados urbanos.

Obras de detenção ou retenção

O dimensionamento de um reservatório de detenção é precedido de um pré-dimensionamento onde se estimam o volume do reservatório, área ocupada, profundidade média, custo e respectivo custo-benefício, Tomaz (2002). Este pré-dimensionamento é de suma importância para o estudo das alternativas e também de sua viabilidade.

Os próximos passos, conforme relatado por Tomaz (2002) serão: a seleção preliminar de uma estrutura de saída; execução da propagação do hidrograma do escoamento superficial e do escoamento de saída; e verificação dos picos de descarga depois do desenvolvimento.

Para o presente Plano Diretor de Macrodrenagem Urbana recomenda-se o uso das metodologias:

- Método Racional, para bacias de até 2 km² de área;
- Método SCS – Soil Conservation Service, para as demais bacias.

Obras de retenção

São obras que permitem o armazenamento de água de escoamento superficial, normalmente secas, projetadas para "deter" temporariamente as águas, durante e imediatamente após um evento. Constituem exemplos de dispositivos de retenção: valas naturais em levantamento transversal atuando como estrutura de controle, depressões naturais ou escavadas, caixas ou reservatórios sub-superficiais, armazenamento em telhado e bacias de infiltração.

De acordo com Canholi (2005) os dispositivos de retenção por ser divididos quanto à sua localização (diretamente na fonte ou a jusante). Para os dispositivos na fonte destacam-se:

- Controle de entrada: armazenamento em telhados, áreas de estacionamento etc.;
- Retenção in situ: armazenamento após coleta de pequenas áreas.
- Disposição no local: infiltração, percolação e pavimentos porosos;

No caso de dispositivos a jusante podem ser utilizados reservatórios online ou off-line, devendo-se ressaltar algumas vantagens desta alternativa, como, por exemplo:

- Maior controle sobre a eficiência, reduzindo a possibilidade de ocorrência do timing, ou seja, da simultaneidade dos picos de vazão entre sub-bacias, que resultariam em um excedente superior ao observado na situação natural.
- Maior controle sobre a manutenção/operação do dispositivo, dado o volume maior de armazenamento pode-se concentrar em um único dispositivo ou ao menos em um número menor de estruturas o controle das cheias de uma determinada área de drenagem;
- Menor custo para implantação do sistema, e igualmente para sua manutenção/operação;

A seguir são descritas algumas características das alternativas acima propostas, com exceção dos dispositivos a jusante já apresentado no item referente aos Dispositivos Propostos, por tratar-se de medidas estruturais de maior porte.

Os dispositivos de infiltração podem ser configurados como técnicas compensatórias em

drenagem urbana de baixo impacto, como, por exemplo, trincheiras de infiltração, planos de infiltração, pavimentos permeáveis etc.

Trincheiras de infiltração

As trincheiras de infiltração são recomendadas para reter a água, bem como melhorar os aspectos qualitativos associados às águas pluviais, devendo considerar os seguintes aspectos, conforme relata o Manual Prince George's County:

Quadro 02 - Informações sobre a estrutura das trincheiras de infiltração.

Características	Limitações
Área de superfície mínima (metros)	2,4 a 6,1
Largura	0,6 a 1,2
Comprimento	1,2 a 2,4
Solos	Permeáveis, com infiltração de 1,32 cm/h são recomendados.
Declividades	Não é uma limitação usualmente, mas deve ser considerado no projeto. Deve ser locado abaixo do nível das construções e fundações
Nível do lençol ou leito de rocha	0,6 a 1,2 metros de espaço livre entre água e o leito de rocha
Proximidade de fundações	Distância mínima de 3,05 metros
Profundidade máxima	1,8 a 3,0 metros dependendo do solo
Manutenção	Moderada a alta

Fonte: Prince George's County.

Estas estruturas são mais efetivas e tem vida útil maior quando algum pré-tratamento é incluído em seu projeto, como filtros de faixas vegetadas ou canais vegetados.

As especificações para implantação de trincheiras de infiltração consistem nos seguintes aspectos:

- A trincheira de infiltração não pode receber escoamento até que a mesma esteja finalizada e estabilizada;
- Caso haja árvores nas proximidades do local onde a estrutura será construída deve-se prever uma manta geotêxtil mais resistente, evitando que raízes penetrem a estrutura.
- Deve-se evitar ao máximo o tráfego de veículos e equipamentos pesados para reduzir a compactação do solo;

- O material proveniente da escavação das trincheiras pode ser utilizado na estabilização da estrutura;

Obras de Retenção

São obras que permitem o armazenamento de águas de escoamento superficial com o objetivo de dar uma destinação destas águas retidas para fins recreativos, estéticos, abastecimento, ou outros propósitos. A água de escoamento superficial é temporariamente armazenada acima do nível normal de retenção, durante e imediatamente após um evento de precipitação. Constituem exemplos de dispositivos de retenção, reservatórios e pequenos lagos em áreas públicas, comerciais ou residenciais.

Polders

Trata-se de sistemas compostos por diques de proteção, redes de drenagem e sistemas de bombeamento, que tem por objetivo proteger as áreas marginais situadas em cotas inferiores ao nível d'água máximo, determinadas pelos eventos chuvosos extremos.

Segundo recomendação de Canholi (2005) os critérios de projeto para polders são semelhantes às estruturas de retenção – barragens – de pequeno porte, devendo-se analisar ainda a proteção de sua fundação e ocorrência de erosão.

Plano de Infiltração

Assim como as valas e valetas de infiltração, os planos são constituídos por simples depressões escavadas no solo com objetivo de recolher águas pluviais e efetuar armazenamento temporário, podendo favorecer a infiltração.

Estas estruturas podem ser implantadas ao longo do sistema viário, jardins, terrenos esportivos e em áreas verdes em geral.

O projeto destas estruturas é simples, e elas podem receber cobertura vegetal, bem como canaletas de fundo para facilitar o escoamento final dos volumes. As vantagens apontadas por Baptista et al. (2005) foram:

- Baixo custo de construção e manutenção;
- Benefício financeiro pela redução das dimensões da rede;
- Exercem a função de pré-tratamento (remoção de poluentes por sedimentação, filtração e adsorção);

- Fácil manutenção.
- Ganhos paisagísticos e benefícios ambientais (melhoria da qualidade da água)
- Possibilidade de uso de materiais locais;

O autor apresenta ainda algumas restrições à implantação de Planos de Infiltração, quais sejam:

- Eficiência restrita devido a altas declividades (deposição de sedimentos, perda do volume de retenção – compartimentação e erosão);
- Exigência de espaço específico;
- Manutenção periódica;
- Poluição do lençol.
- Possibilidade de estagnação das águas (risco sanitário);

A viabilidade da implantação de uma estrutura de infiltração depende da análise dos seguintes parâmetros (Baptista et al, 2005):

- Águas pouco poluídas e com pouco fino;
- Infiltração superior a 10⁻⁷ m/s e não deve ser o único meio de evacuação;
- Lençol a mais de 1 metro;
- O sítio não deve ser área de infiltração regulamentada.
- Solo suporte deve ser propício a presença de água;

E finalmente o autor cita algumas condicionantes de projeto:

- Informações de caráter hidrológico e geotécnico idem trincheiras.
- Infra-estrutura e superestruturas: Vala de infiltração contígua – afastar ou posicionar em nível inferior ao leito da via, implantação de cortina ou parede impermeável entre a vala e o pavimento.
- Tipo de vegetação: adaptadas a curtos períodos de inundação periódica, árvores perenifólias, principalmente quando houver orifícios de regulação de vazão.
- Topografia: terrenos planos ou com declividade reduzida – divisórias para evitar estagnação;

Pavimento Permeável

O Pavimento Permeável é uma estrutura de armazenamento da água pluvial tendo como função complementar o suporte de tráfego de veículos. O funcionamento hidráulico dos pavimentos permeáveis, de acordo com Azzout et al. (1994) apud Aciole (2005) são:

- Armazenamento temporário da água nos vazios da camada de brita;
- Entrada imediata da água da chuva no corpo do pavimento, que pode ser distribuída (pavimento poroso) ou localizada (drenos laterais ou bocas-de-lobo);
- Evacuação por infiltração no solo, ou liberação lenta para rede de drenagem.

As vantagens listadas por Ciria (1996) apud Aciole (2005) do uso de pavimentos permeáveis são:

- Construção simples e rápida;
- Custos podem ser menores ao longo do tempo que os sistemas convencionais.
- Dispositivo que pode ser utilizado em locais onde não há rede disponível;
- Possibilita aumento na recarga do aquífero;
- Redução do volume destinado à rede de drenagem (redução de custos na ampliação ou implantação das redes);
- Redução dos impactos da urbanização;
- Segundo EPA – Agência de Proteção Ambiental Americana, o pavimento permeável permite ainda a redução de derrapagens e ruídos, e constitui-se em um dispositivo totalmente integrado ao meio, não necessitando de área específica para sua construção.

Os limitantes no uso desta medida são características como, acúmulo de sedimentos na superfície devido à erosão, águas poluídas que podem acarretar em prejuízos à qualidade das águas subterrâneas, a manutenção inadequada pode ocasionar perda do potencial de porosidade do pavimento, risco de colmatção etc. Os tipos de materiais disponíveis para aplicação desta técnica são:

- Asfalto Poroso;
- Blocos de concreto vazados; ou
- Concreto Poroso.

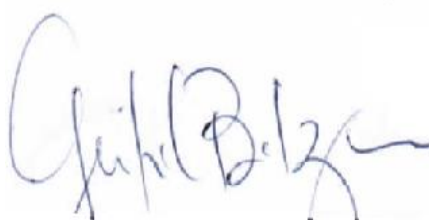
Quadro 02 - Informações sobre a estrutura de pavimentos permeáveis

Camada	Especificações
Revestimento Poroso	Concreto Poroso Asfalto Poroso Blocos Vazados
Filtro de agregado (areia)	Diâmetro entre 2 a 4,8 mm Espessura de aproximadamente 4,0
Reservatório de pedras com agregados grãos (brita)	Diâmetro entre 25 a 76 mm Espessura – depende do volume a armazenar e da porosidade do material
Geotêxtil	Fundo, laterais e interfaces

Fonte: Prince George's County

São Paulo, 24 de julho de 2023.

Responsáveis Técnicos



Eng.º Civil Gentil Balzan
Responsável Técnico
CREA - SP 0601512472



Tecn.º Marcio Lucio Gonzaga
Sócio Diretor
CREA - SP 0601315882

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BAPTISTA, M. B.; NASCIMENTO, N. O.; BARRAUD, S. Técnicas compensatórias em drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH, 2005. 266p.
- CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de textos, 2005, 302p.
- DP-H06. Diretrizes de Projeto para Estudos Hidrológicos – Método se “I-PAI-WU” – PMSP. 1999. Prefeitura Municipal de São Paulo.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua Anual - PNADC/A. Tabela 6578 Número médio de moradores, por domicílio. 2019
- IPEA/ANTP – Redução das Deseconomias Urbanas pela Melhoria do Transporte Público. 1997. Rio de Janeiro.
- PAIVA, J. B. D.; PAIVA, E. M. C. D. Hidrologia aplicada à gestão de pequenas bacias hidrográficas. Organizado por: João B. D. de Paiva, e Eloiza M. C. D. de Paiva. Porto Alegre: ABRH, 2001.
- PENNING-ROSWELL, E. C., CHATTERTON, J. B. – The Benefits of Flood Alleviation: A Manual of Assessment Techniques, Farnborough, England, Saxon House. 1977. England, Saxon.
- Prince George.s County, Maryland Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. Low-Impact Development Hydrologic Analysis, July 1999.
- Prince George.s County, Maryland Department of Environmental Resources. Programs and Planning Division. Designs Especification and criteria – Bioretetion.
- RIGHETTO, J. M., MENDIONDO, E. M. - Avaliação de Riscos Hidrológicos: Principais Causas, Danos e Propostas de Seguro contra Enchentes – III Simpósio de Recursos Hídricos Centro-Oeste - ABRH. 2004. Goiânia, Goiás, 20-22 Maio.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Estado de Energia, Recursos Hídricos e Saneamento. Departamento de Águas e Energia Elétrica do Estado de São Paulo. Guia prático para projetos de pequenas obras hidráulicas, 2005. 116p.
- TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L; BARROS, M. T. Drenagem urbana. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade / UFRGS, 1995. 428p.
- VILLELA, S. M.; MATTOS, A. Hidrologia aplicada. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975. 245p.

**ANEXO I - CD
ARQUIVO DIGITAL**

X

X

TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP

A TCA Soluções e Planejamento Ambiental Ltda - EPP, constituída em 03 de julho de 2008, tem como objetivo atender os Setores Públicos e Privados na Prestação de Serviços, Estudos, Pesquisas, Planejamento e Gerenciamento de Controle Ambiental, Estudos Topográficos, Geotécnicos, Hidrológicos, Projetos de Engenharia, Rodoviárias, Empreitada de Mão de Obra na Construção Civil, Consultoria de Movimento de Terra, Pavimentação, Irrigação, Recursos Hídricos e Saneamento.

A TCA dispõe de uma equipe de consultores independentes especializados nos diversos campos da Engenharia, Geologia e Ciências Ambientais, ao longo de vinte e sete anos de experiência técnica, já atuaram na direção, supervisão e coordenação de estudos e

projetos, tanto para indústria, como na área de planejamento territorial e grandes obras civis. Além dos serviços de empresas colegiadas que desempenham funções em áreas afins, como é o caso de estudos socioeconômicos e institucionais. Seu corpo técnico realiza os trabalhos por contratação direta, em regime de parceria ou por meio de convênios, de forma a atender amplo aspecto de demanda dos setores descritos nas suas áreas de atuação.

A Empresa é estruturada de maneira simples e direta. Gerenciada diretamente pelos seus sócios que dividem as funções administrativas e operacionais. Oferecemos autonomia e poder de decisão aos gestores dos projetos e incentivamos a formação de parcerias estratégicas.