

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

RELATÓRIO TÉCNICO R06

PROGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE



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



JUNHO 2023

RELATÓRIO TÉCNICO R06
“PROGNÓSTICO DO SISTEMA EXISTENTE”

Equipe Técnica

Engenheiro Civil Gentil Balzan
Responsável Técnico

Tecnólogo Márcio Lucio Gonzaga
Coordenação Geral

Equipe Técnica de Apoio

Topografo Clayton Bendo da Silva

Geografa Cyntia Goto de Paula

Administrador Felipe Rodrigues Gonzaga

Engenheiro Ambiental João Paulo Freitas Alves Pereira

Técnico Fernando Alves de Oliveira

Geol. Mestre Paulo Eduardo Esteves de Camargo

Engenheiro Civil João Gomes Martins

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVO	1
3. SÍNTESE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM	2
4. CONCLUSÃO DO DIAGNÓSTICO	4
5. CENÁRIOS ALTERNATIVOS NORTEADORES DA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DEMANDAS COM AS AÇÕES DO PLANO DE MACRODRENAGEM	5
6. DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS E METAS	11
7. DIRETRIZES BÁSICAS	12
7.1. DIRETRIZES PARA O CONTROLE DO ESCOAMENTO SUPERFICIAL	12
7.2. DIRETRIZES PARA O TRATAMENTO DOS FUNDOS DE VALE	15
7.3. MEDIDAS DE CONTROLE DE EROSÃO E ASSOREAMENTO	20
7.4. MEDIDAS PARA A REDUÇÃO DA DISPOSIÇÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NOS CORPOS D'ÁGUA	23
8. PLANO DE AÇÕES	25
8.1. AÇÕES DE INFRAESTRUTURA	30
8.2. PROGRAMA DE REAPROVEITAMENTO DE ÁGUAS PLUVIAIS.	30
8.3. ÁREAS A SEREM DESOCUPADAS, PRESERVADAS E RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE (APP) E ÁREAS VERDES	30
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	33
ANEXO I - CD - ARQUIVO DIGITAL	35

RELATÓRIO TÉCNICO R06

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 R06, **Prognóstico do Sistema Existente**, 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. SÍNTESE DOS PROBLEMAS DE DRENAGEM

Na tabela a seguir é possível observar os nomes e localização das principais áreas com problemas de drenagem urbana no município de Guaratinguetá a localização destas áreas críticas relacionadas.

			Descrição
Residencial Esplanada	1	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Vila Santa Rita	2	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Eulália Cassinha	3	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
COHAB	4	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.

Parque das Alamedas	5	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Jardim Primavera	6	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Beira Rio	7	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Jardim Esperança	8	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Chácaras Agrícolas e Beira Rio	9	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.
Nova República	10	Ruas próxima as margens do Rio Paraíba do Sul e nas áreas mais baixas do bairro	- A associação de chuvas intensas na área urbana do município com o nível de água do Paraíba do Sul elevado provoca inundações nas ruas situadas em suas margens, bem como nos locais situados em cotas baixas em relação ao seu nível - Na visão do GEL, o Rio Paraíba do Sul se encontra muito assoreado na região em que corta a área urbana do município o que intensifica esses problemas.

			Descrição do Problema
Vila Comendador	11	Ribeirão Guaratinguetá em sua margem direita	- Devido à elevação das águas do Ribeirão Guaratinguetá no período chuvoso, juntamente com as cheias do Rio Paraíba do Sul causa inundações e grandes prejuízos a população ribeirinha.
Costa e Silva e Vila	12	Ribeirão Guaratinguetá em sua margem direita	- Devido à elevação das águas do Ribeirão Guaratinguetá no período chuvoso, juntamente com as cheias do Rio Paraíba do Sul causa inundações e grandes prejuízos a população ribeirinha.
Mané Carioca e Engenho D'água	13	Ribeirão São Gonçalo	- Aglomerado de aproximadamente algumas residências que sofrem inundações com as cheias do ribeirão São Gonçalo.
Vila São José e Pedreira	14	Ribeirão São Gonçalo	- Aglomerado de aproximadamente algumas residências que sofrem inundações com as cheias do ribeirão São Gonçalo
Jardim Tamandaré e Campo do Galvão	15	Ribeirão dos Mottas	- O transbordamentos das águas do Ribeirão dos Mottas acarreta inundações nas ruas situadas em suas margens. - O evidente assoreamento vem intensificando a ocorrência desses problemas.
Jardim Primavera	16	Avenida Nossa Senhora de Fátima	- Foram relatadas ocorrências de inundações no encontro do Rio Patury com o Córrego Jararaca, especificamente onde passam por uma travessia sob a Avenida Nossa Senhora de Fátima.
Coelho Neto, Vila Galvão e Jardim Vista Alegre.	17	Parcela significativa desses bairros	- Tubulações antigas e subdimensionadas implicam a insuficiência do sistema para drenar as águas pluviais

4. CONCLUSÃO DO DIAGNÓSTICO

Com o avanço da urbanização, os cursos d'água vêm sendo canalizados por estruturas artificiais, contribuindo para a diminuição da capacidade de vazão, pois o confinamento das águas dos corpos hídricos dificulta seu escoamento, contribuindo para o transbordamento do sistema construído. Os Rios São Gonçalo e Mottas e demais corpos d'água evidenciam este fato criado a partir de sua canalização, que muitas vezes seguem por meio de lotes já urbanizados.

Em áreas urbanizadas, o incremento no pico de cheia está intimamente relacionado com a existência de sistemas de drenagem urbana que aceleram o escoamento superficial, apenas transferindo a inundação para outro local a jusante.

O incremento populacional gerou uma forte pressão urbanística, não acompanhada convenientemente pelas instituições e normas urbanísticas, com a construção descontrolada, sem fiscalização na maioria das vezes, sendo uma das várias consequências do crescimento demográfico verificado nas últimas décadas, provocando grande parte das enchentes diagnosticadas neste relatório.

Alguns sistemas de macrodrenagens na área urbana e rural encontram-se assoreados por vegetação ou sedimentos oriundos do desenvolvimento urbano. O aumento da produção de sedimentos da bacia hidrográfica é significativo, devido às construções, limpeza de terrenos para novos loteamentos, construção de ruas e avenidas, de enchentes ocorridas ao longo do tempo, entre outras causas, necessitando que o serviço de limpeza desses sistemas seja realizado com maior frequência, para melhoramento das condições do escoamento fluvial.

Verificou-se em áreas impermeabilizadas o escoamento superficial, fator predominante de alagamentos pontuais, onde a infiltração é considerada nula.

O Município não possui indicadores operacionais, econômico-financeiros, administrativos e de qualidade de serviços prestados em drenagem urbana.

5. CENÁRIOS ALTERNATIVOS NORTEADORES DA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DEMANDAS COM AS AÇÕES DO PLANO DE MACRODRENAGEM

O planejamento estratégico que se pretende para o município de Guaratinguetá-SP dar-se-á pela análise de suas deficiências atuais e demandas futuras, assim como pela consideração das disponibilidades atuais e potenciais com que a administração pública municipal pode contar.

A construção de cenários para o planejamento estratégico é realizada com outro intuito não menos importante: o de se obter uma ferramenta eficiente para que os processos de tomadas de decisão considerem as condições realísticas trazidas pelos aspectos: institucional, operacional econômico, tecnológico e ambiental, que permeiam o município no momento da decisão e que poderiam influenciá-lo no futuro.

A adoção de cenários serve, ainda, ao delineamento de percepções sobre como poderia se dar a evolução de uma situação presente até uma situação futura, o que permite

levantar as possibilidades de crises, assim como apontar as principais oportunidades para um desenvolvimento mais consensual dos fatores avaliados.

Os cenários subsidiarão assim, a configuração de um planejamento mais realista para a constituição de um Plano de Macrodrenagem que caminhe em direção à sustentabilidade em suas diferentes esferas: social, ambiental e econômica.

Para evitar erros de interpretação esclarece-se que os cenários não devem ser vistos como previsões, mas como imagens alternativas do futuro, subsidiadas com parâmetros técnicos, avaliações de campo, estudos existentes, contribuições da comunidade e direcionamentos permeados pela legislação vigente.

Uma ferramenta capaz de compor cenários temáticos, atuais e potenciais, originalmente concebida para corporações ou empresas, foi adotada no processo de elaboração do presente Plano de Macrodrenagem, a partir das referências contidas no documento “Guia para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento” do Governo Federal (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/Ministério da Saúde, 2006). Trata-se do Método SWOT (Strengths, Weaknesses, Opportunities e Threats) ou Análise FFOA (Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças), que consiste na formulação de uma espécie de matriz contextual que busca posicionar estrategicamente uma organização ou um setor perante um ambiente social, institucional, administrativo e operacional.

A elaboração da Matriz SWOT é obtida a partir das seguintes etapas: inicialmente analisa-se o ambiente interno da organização, neste caso a administração municipal, gestora do setor de drenagem, para identificar seus pontos fortes e fracos; em seguida analisa-se o ambiente externo, micro e macro ambiente geográfico e institucional, identificando oportunidades e ameaças.

No que diz respeito ao ambiente interno, os pontos fortes são as competências, fatores ou características positivas que a organização possui e que favorecem o cumprimento de suas responsabilidades. Logo, os pontos fracos são as deficiências, fatores ou características negativas que se encontram presentes na organização e prejudicam o cumprimento de suas atribuições, devendo ser objeto de programas específicos para eliminá-los ou minimizá-los.

A análise no âmbito externo é mais ampla e lida com fatores contextuais, normalmente mais abstratos. Refere-se ao conhecimento do ambiente externo à organização, neste caso o espaço municipal como um todo, municípios vizinhos, entidades ou instituições

estaduais e federais, corporações privadas, cujo alcance extrapola o município, aspectos políticos, econômicos, tecnológicos e socioculturais e ambientais que atuam no Estado, no país ou no mundo.

Assim, o método SWOT, para avaliar o município de Guaratinguetá adotou as seguintes definições:

- **Forças:** são as variáveis internas e controláveis que propiciam condições favoráveis à gestão do setor de drenagem urbana, em relação à sociedade e ao meio ambiente. São características ou qualidades que podem colaborar positivamente com o desempenho do setor.
- **Fraquezas:** são consideradas deficiências internas ao setor de drenagem urbana que inibem a capacidade de desempenho do mesmo. As fraquezas devem ser superadas para evitar a ineficiência do sistema.
- **Oportunidades:** são variáveis contextuais ou circunstâncias e características do ambiente externo que possam ter impacto positivo sobre o setor de drenagem urbana de forma que proporcionem certa facilitação para a concretização dos objetivos estratégicos estabelecidos.
- **Ameaças:** são variáveis, circunstâncias ou características do ambiente externo que possam ter impactos negativos sobre o desenvolvimento das metas e objetivos estabelecidos.

O município de Guaratinguetá foi analisado pela metodologia SWOT com base nas informações do diagnóstico da situação atual. A matriz, resultado desta análise subsidiou a configuração dos cenários: previsível e normativo, adotando-se o cenário normativo para a proposição de objetivos e metas. O Quadro 1 apresenta a Matriz SWOT gerada pela análise mencionada, cuja construção se deu inicialmente definindo os itens de reflexão (coluna central) enumerados de 1 a 8. Em seguida foram indicadas as reflexões referentes a cada um desses itens sendo que a coluna da esquerda se encontram as reflexões positivas (Forças e Oportunidades) e as negativas (Fraquezas e Ameaças), na coluna da direita.

Quadro 1 – Matriz SWOT de Guaratinguetá-SP.

FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
3. Legislação e normatização do setor O Município possui: - Plano Diretor, revisado conforme Projeto de Lei Complementar nº 56, de 18/07/2022. - Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico 2016. - Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul 2020, aprovado pela plenária do CEIVAP, em 14 de junho de 2021 7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem - Plano Municipal de Redução De Riscos – PMRR – 2023	1. Perfil institucional. 2. Sustentabilidade econômica. 3. Legislação e normatização do setor. 4. Sistema de informações. 5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo. 6. Orçamento municipal. 7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem. 8. Proteção aos recursos hídricos.	1. Perfil institucional - Ausência de atribuições bem definidas para execução das atividades da gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. - Não há planejamento sistematizado na manutenção preventiva das redes de drenagem. 2. Sustentabilidade econômica - Não há monitoramento dos gastos públicos com drenagem. - Não há cobrança para os serviços municipais de drenagem urbana. 3. Legislação e normatização do setor - Não possuem diretrizes/ medidas protetivas de fundos de vale. - Existência de Áreas de Preservação Permanente (APPs) não conservadas. - Ocorre a ocupação de APPs e cursos hídricos por edificações. 4. Sistema de informações. - O município não possui levantamento cadastral da drenagem urbana. 5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo - Não há infraestruturas de controle de processos erosivos em locais de risco - Ocupação de talvegues. - Não há - Há processos erosivos na área urbana e rural do município. - Ocupações residenciais em áreas de risco de deslizamento. 7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem - O município não possui levantamento cadastral da drenagem urbana. - Não há estruturas de microdrenagem na maioria das vias. - Não há dissipadores de energia ao fim dos principais lançamentos. - Há muitos pontos de alagamento em área urbana. - Há pontos de inundação na área urbana. - Não há sistematização da manutenção. - Há ligações clandestinas entre esgotos e águas pluviais.

FORÇAS	ITENS DE REFLEXÃO	FRAQUEZAS
		8. Proteção aos recursos hídricos - Há cursos hídricos assoreados. - De modo geral, as APPs de nascentes estão degradadas. - Há disposição de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.

OPORTUNIDADES	ITENS DE REFLEXÃO	AMEAÇAS
1. Perfil institucional - Existência de Conselho Municipal do Meio Ambiente - COMAM. - Existência de Conselho Municipal de Controle Social e de Saneamento Básico. - Município integrante da UGRHI 2. - Defesa Civil é atuante no município. - Existência da Política Municipal de Educação Ambiental - PMEA e do Programa Municipal de Educação Ambiental – ECODAY 3. Legislação e normatização do setor - Lei federal sobre o parcelamento do solo, disposições sobre infraestrutura básica de parcelamento de solos, incluindo equipamentos urbanos de escoamento de águas pluviais (Lei nº 6.766, 19/12/1979). - O município está inserido na Área de Proteção Ambiental Bacia do Paraíba do Sul e na Área de Proteção Ambiental Serra da Mantiqueira que são de uso sustentável e no município existe a Reserva Particular do Patrimônio Nacional Sítio Manacá.	1. Perfil institucional. 2. Sustentabilidade econômica. 3. Legislação e normatização do setor. 4. Sistema de informações. 5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo. 6. Orçamento municipal. 7. Estrutura e sistema de gerenciamento da drenagem. 8. Proteção aos recursos hídricos.	5. Planejamento territorial / Uso e ocupação do solo - Mancha urbana muito próxima ao Rio Paraíba do Sul.

Fonte: TCA, 2024.

Considerando todas essas questões, partiu-se para a construção de dois cenários, um previsível, ou seja, aquele que retrata uma evolução baseada em providências tomadas

corretivamente, de forma emergencial, sem planejamento; e outro chamado “cenário normativo”, que é aquele que retrata uma situação bem mais organizada, alcançada através de procedimentos planejados e sustentados por regulamentos (leis, normas, planos setoriais), que desde já incidem sobre a gestão do eixo da drenagem urbana e manejo de águas pluviais do município. O resultado está mostrado no Quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos cenários previsível e normativo para o município de Guaratinguetá.

Cenário Previsível	Cenário Normativo
Equipamentos de drenagem urbana e sistema de manejo de águas pluviais insuficientes.	Equipamentos de drenagem suficientes, refletindo em baixos problemas com alagamentos, inundações, erosões e escorregamentos.
Planejamento territorial desordenado, ocupação irregular dos talwegues de cursos hídricos intermitentes e efêmeros, das margens dos rios e de APPs, das áreas propícias à inundação e escorregamento.	Administração Pública realiza o controle eficaz na aprovação de novos lotes urbanos evitando aprovação de locais que apresentem riscos humanos e ambientais que a ocupação irregular pode acarretar. Segue a normatização definida por legislações vigentes com criações de novas normas específicas referente à drenagem para novos parcelamentos de solo.
Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados desatualizados e de difícil acesso.	Sistema de informações sobre drenagem urbana (cadastro) com dados atualizados anualmente.
Limitação quantitativa de recursos humanos que impossibilita implantação da gestão da drenagem urbana e de leis municipais eficientes para Guaratinguetá.	Revisão e adequação da estrutura de pessoal e qualificação continuada dos quadros, visando o êxito da implantação da gestão da drenagem urbana de Guaratinguetá.
Programas de educação ambiental desenvolvidos esporadicamente, sem periodicidade sistemática e realizados de forma a não enfatizar a importância da interação entre o setor de drenagem com outros setores da gestão municipal como: sistema de esgotamento sanitário, sistema de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, atendimento às diretrizes de uso e ocupação do solo, adoção de procedimentos sustentáveis para aprovação de loteamentos, etc..	Programas de educação ambiental realizados periodicamente, de forma sistemática e preocupando-se com a conscientização quanto à integração do setor de drenagem com os outros sistemas que lhe tangenciam a gestão e, em casos mais específicos, como para a conscientização da importância de se preservar as APPs dos cursos hídricos, conscientização da gestão dos recursos hídricos a partir das bacias hidrográficas.

Fonte: TCA, 2024

6. DEFINIÇÃO DE OBJETIVOS E METAS

Após as análises da Matriz SWOT e do estabelecimento de cenários alternativos, a seguir são apresentados os objetivos e metas para o presente Plano de Macrodrenagem.

Salienta-se que a extensão dos prazos para o estabelecimento de metas dentro do horizonte de planejamento adotado (20 anos) foi segmentado conforme critério estabelecido pela FUNASA (2006):

- Prazo imediato: até 3 anos
- Curto prazo: entre 4 e 8 anos
- Médio prazo: entre 9 e 12 anos
- Longo prazo: entre 13 e 20 anos

Nesse sentido, foram propostos seis objetivos específicos atendendo a aspectos institucionais e operacionais do cenário normativo e respondendo às características de Guaratinguetá. São eles:

- ✓ Objetivo 1. Manter o município livre de inundações e diminuir a frequência de alagamentos causados por insuficiências e deficiências dos equipamentos de drenagem.
- ✓ Objetivo 2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.
- ✓ Objetivo 3. Planejar o uso e ocupação das bacias de forma adequada, promovendo a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.
- ✓ Objetivo 4. Implementar uma gestão eficiente no que concerne aos aspectos operacionais, administrativos, financeiros, de planejamento estratégico e de sustentabilidade.
- ✓ Objetivo 5. Garantir a mobilização social e canais de comunicação com a sociedade, além de promover ações continuadas em educação ambiental.

No Quadro 3 estão apresentados esses objetivos e as respectivas metas, além dos prazos para que cada meta seja atingida.

Quadro 3 – Objetivos e metas para o município de Guaratinguetá-SP.

Objetivo	Metas	Prazo
1. Diminuir a frequência de alagamentos e inundações causadas por insuficiências e deficiências nas galerias e obras de drenagem.	1.1 Reduzir pontos de alagamentos e inundações no município.	Médio
	1.2 Possuir um plano de limpeza sistemática dos equipamentos de drenagem (canais, das calhas, poços de visita (PVs) e bocas de lobo).	Curto
	1.3 Erradicar disposição inadequada de resíduos sólidos nas margens dos cursos d'água e canais do município.	Longo
	1.4 Ter um município preparado e resiliente quanto às mudanças climáticas.	Longo
	1.5. Obter sistema de alerta e monitoramento de eventos meteorológicos severos atualizado e aperfeiçoado.	Curto
	1.6. Conseguir uma legislação urbanística municipal que obriga o licenciamento dos projetos de novas edificações e de reformas ter previsão quanto sistemas de retenção e estímulo ao reuso de águas.	Curto
2. Desestimular a ocupação de áreas susceptíveis a processos erosivos e promover a desocupação em áreas de risco.	2.1 Regularizar os loteamentos, desmembramentos e edificações em situação irregular e em risco alto e muito alto.	Médio
	2.2 Recuperar áreas de risco desocupadas.	Longo
3. Promover a recuperação e revitalização de APPs e áreas verdes.	3.1 Recuperar as APPs e áreas verdes do município.	Longo
4. Implementar para o sistema de drenagem uma gestão eficiente	4.1 Possuir cadastro completo e atualizado dos sistemas de drenagem urbana.	Médio
	4.2 Obter uma gestão mais eficiente dos serviços prestados.	Curto
5. Garantir canais de comunicação com a sociedade e promover ações em educação ambiental.	5.1 Promover eventos que proporcionem a participação e o controle social.	Curto
	5.2 Promover ações que visem aprimoramento de sistema de alerta e monitoramento de eventos extremos.	Médio
	5.3. Ter canais de comunicação de alertas de eventos oceânico-meteorológicos adversos para toda a sociedade.	Longo

Fonte: TCA, 2024.

7. DIRETRIZES BÁSICAS

7.1. Diretrizes para o Controle do Escoamento Superficial

As medidas quanto a controle de escoamento superficial, também chamadas de técnicas compensatórias, podem ser tanto não estruturais como estruturais. Segundo Baptista et al. (2005), as medidas não estruturais envolvem devida regulamentação, racionalização do uso do solo urbano, educação ambiental e tratamentos de fundo de vale. Estas, procuram disciplinar ou adequar a ocupação territorial, o comportamento da população frente à questão da drenagem e as questões econômicas. Quanto às técnicas compensatórias estruturais, as mais difundidas estão apresentadas no Quadro 4.

Quadro 4 – Esquema das Diferentes Técnicas

Compensatórias Estruturais.

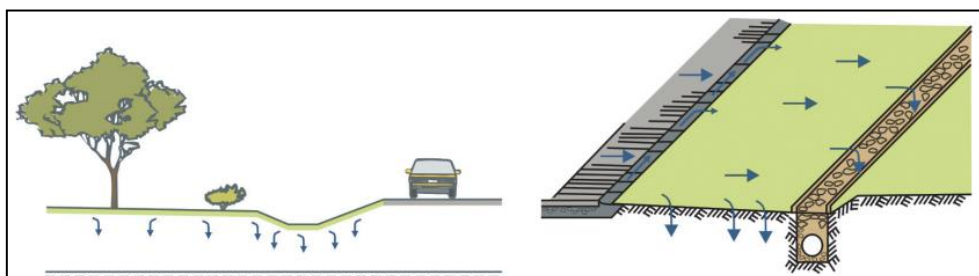
Bacias	Detenção e Retenção Infiltração Detenção/Retenção e Infiltração	
Obras lineares	Trincheiras Valas e Valetas	
	Pavimentos	Revestimentos permeáveis Pavimentos reservatório
Obras pontuais	Poços de infiltração Telhados Técnicas adaptadas à parcela	

Fonte: Adaptado de Baptista et al., 2005.

De acordo com Canholi (2005), essas técnicas podem tanto ser para controle local ou regional, as quais podem ser classificadas como controle de jusante, devido ao posicionamento relativo de suas estruturas na bacia, ou controle na fonte, que são estruturas distribuídas na bacia que buscam o controle do escoamento superficial o mais próximo possível da fonte geradora como, por exemplo, nos loteamentos, praças e vias urbanas. Como exemplo de medidas de controle local ou regional tem-se as bacias de detenção/retenção. As outras técnicas apresentadas no Quadro 4 (obras lineares e pontuais) são exemplos de medidas de controle na fonte. Todas essas medidas procuram agir diminuindo o pico do hidrograma na respectiva bacia.

FEAM (2006) recomenda, para bacias subparcialmente urbanizadas, adotar a legislação municipal como instrumento eficaz que promove a retenção e a percolação no solo das águas pluviais no perímetro urbano, tais como valas de infiltração - sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas e conjuntos habitacionais (Figura 1).

Figura 1 – Esquema de vala de infiltração



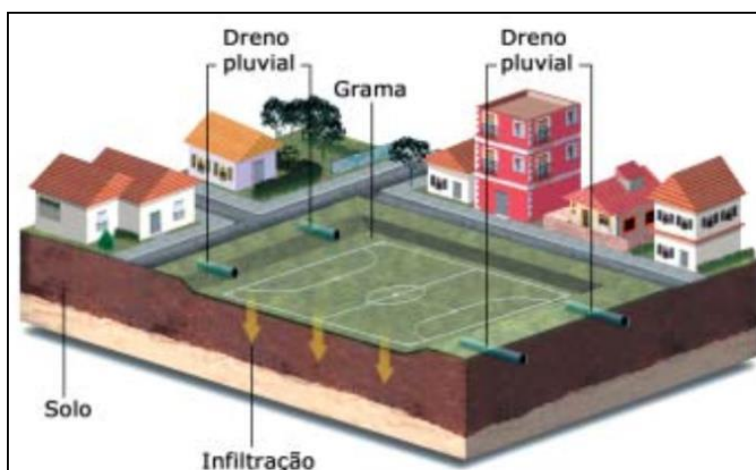
Fonte: SMDU, 2012.

FEAM (2006) também faz recomendações para situação de bacias urbanizadas, quando a ocupação das margens - e mesmo da calha do rio - encontra-se consolidada e, nestes

casos, a renaturalização e mesmo uma revalorização ecológica são limitadas, restando ao administrador intervir a montante do trecho, buscando reduzir os picos de vazão. Algumas soluções para infiltração das águas superficiais para o solo são:

- Bacia para amortecimento de cheias (Figura 2).
- Implantação de interceptores de esgotos, viabilizando futuro tratamento.
- Medidas de apoio à população, sistema de alerta, de evacuação e de atendimento à comunidade atingida.
- Parques e áreas gramadas.
- Pavimentação das ruas com revestimentos semipermeáveis ou permeáveis, como bloquetes e blocos de concretos vazados.
- Pequenos reservatórios em condomínios, parques, escolas.
- Programa de educação ambiental.

Figura 2 – Bacia de Amortecimento Transformada em Espaço pra Lazer.



Fonte: FEAM, 2012.

O diagnóstico do sistema de drenagem do município constatou que em todo município ocorrem sérios problemas com a insuficiência da microdrenagem, inclusive nos distritos, que além de problemas com alagamento, há históricos de inundação de residências que estão ocupando as APPs. Desta forma, é imprescindível a adoção de medidas que atuem no controle do escoamento superficial.

Primeiramente, propõe-se a elaboração de um cadastro da rede de drenagem da sede, visto que o município não possui esse tipo de informação sistematizada. O cadastro da rede de drenagem é um instrumento fundamental para o gerenciamento do sistema de

micro e macrodrenagem, permitindo uma avaliação mais precisa das deficiências do sistema, subsidiando o planejamento da manutenção preventiva e facilitando a manutenção corretiva.

A partir da elaboração desse cadastro, propõe-se a expansão e melhoria da rede de microdrenagem, que é insuficiente no município. Além disso, é necessário realizar um planejamento da manutenção da rede de micro e macrodrenagem, que ainda são realizadas apenas em situações emergenciais.

Para o controle das inundações, a Prefeitura Municipal pode considerar a instalação de estruturas de bacias de retenção/detenção e/ou infiltração para diminuir os picos de vazão que provocam as inundações. Também é importante ressaltar que o município conta com muitas lagoas pequenas, que atuam e podem atuar como elementos de retenção. Da mesma maneira, tanto na sede quanto na zona rural, é interessante a adoção de instrumentos eficazes que promovam retenção e percolação no solo das águas pluviais, como, por exemplo, valas de infiltração, que consistem em sistemas de drenos implantados paralelos às ruas, estradas e conjuntos habitacionais.

Assim como no caso das medidas de controle de erosão e assoreamento, é importante a combinação de medidas estruturais, como as propostas, e não estruturais, como o planejamento do uso e da ocupação do solo do município, já discutido.

7.2. Diretrizes para o Tratamento dos Fundos de Vale

O lançamento de esgotos sem tratamento, a retirada da vegetação, a movimentação de terra e a ocupação intensiva do solo nos fundos de vale urbanos aceleram o escoamento superficial e a erosão do solo, assoreando os cursos d'água e provocando enchentes. Desta forma, os fundos de vale tornam-se áreas de risco para a população. Torna-se necessária a realização de um planejamento detalhado desse uso do solo, que contemple os aspectos sociais, ambientais, econômicos e culturais da cidade, além das necessidades e aspirações da comunidade.

Como forma de planejamento, o Estatuto das Cidades (Lei Federal nº 10.257/2001) define o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano como instrumento básico para orientar a política de desenvolvimento e de ordenamento da expansão urbana do município. Um dos instrumentos do Plano Diretor é a Lei de Uso e Ocupação do Solo, a qual, segundo Mota (1999), é considerada um instrumento essencial e obrigatório no controle do uso da terra, densidade populacional, localização, volume e finalidade das construções a serem

edificadas, o que contribui para a adequada ocupação das áreas urbanas, evitando danos, não só para a população, como também para todo o meio físico e ambiental existente em seu entorno. Através dessa lei, é definida a distribuição espacial das atividades socioeconômicas e da população, na cidade, por meio do zoneamento.

Em complementação à Lei de Uso e Ocupação do Solo, existem as Leis de Zoneamento, que especificam as exatas localizações, em uma região, onde determinados usos do solo são aceitáveis ou não, definindo parâmetros como taxa de ocupação e densidades populacionais, bem como os tipos de atividades (comercial, industrial, residencial, institucional, etc.). O zoneamento pode ser usado para restringir a intensidade e o tipo de desenvolvimento em áreas de risco, como as várzeas inundáveis e encostas.

Segundo a Lei de Parcelamento do Solo Urbano (Lei nº 6.766/1979), para o uso do solo em novos empreendimentos próximos às águas correntes, deve-se preservar uma faixa de 15 metros de cada lado do curso hídrico:

“Art. 4º. Os loteamentos deverão atender, pelo menos, aos seguintes requisitos (...):

III - ao longo das águas correntes e dormentes e das faixas de domínio público das rodovias e ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de 15 (quinze) metros de cada lado, salvo maiores exigências da legislação específica”.

Em 2012, o Código Florestal (Lei nº 12.651/12) tornou-se mais restritivo à ocupação de APPs, vinculando o tamanho da faixa não edificável à largura do curso hídrico:

“Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:

I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de:

- a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
- b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
- c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
- d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:

a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;

b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas;

III - as áreas no entorno dos reservatórios d'água artificiais, decorrentes de barramento ou represamento de cursos d'água naturais, na faixa definida na licença ambiental do empreendimento;

IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros;

V - as encostas ou partes destas com declividade superior a 45°, equivalente a 100% (cem por cento) na linha de maior declive”.

O Código Florestal traz, ainda, normatizações específicas para APPs em zonas urbanas consolidadas e, neste caso, a faixa a ser conservada se assemelha aos valores da Lei do Parcelamento dos Solos:

Art. 64. Na Reurb-S dos núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente, a regularização fundiária será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana.

§ 1o O projeto de regularização fundiária de interesse social deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior com a adoção das medidas nele preconizadas.

Art. 65. Na Reurb-E dos núcleos urbanos informais que ocupam Áreas de Preservação Permanente não identificadas como áreas de risco, a regularização fundiária será admitida por meio da aprovação do projeto de regularização fundiária, na forma da lei específica de regularização fundiária urbana.

§ 1o O processo de regularização fundiária de interesse específico deverá incluir estudo técnico que demonstre a melhoria das condições ambientais em relação à situação anterior e ser instruído com os seguintes elementos:

(...)

VII - a indicação das faixas ou áreas em que devem ser resguardadas as características típicas da Área de Preservação Permanente com a devida proposta de recuperação de áreas degradadas e daquelas não passíveis de regularização;

§ 2o Para fins da regularização ambiental prevista no caput, ao longo dos rios ou

de qualquer curso d'água, será mantida faixa não edificável com largura mínima de 15 (quinze) metros de cada lado.

§ 3o Em áreas urbanas tombadas como patrimônio histórico e cultural, a faixa não edificável de que trata o § 2o poderá ser redefinida de maneira a atender aos parâmetros do ato do tombamento.

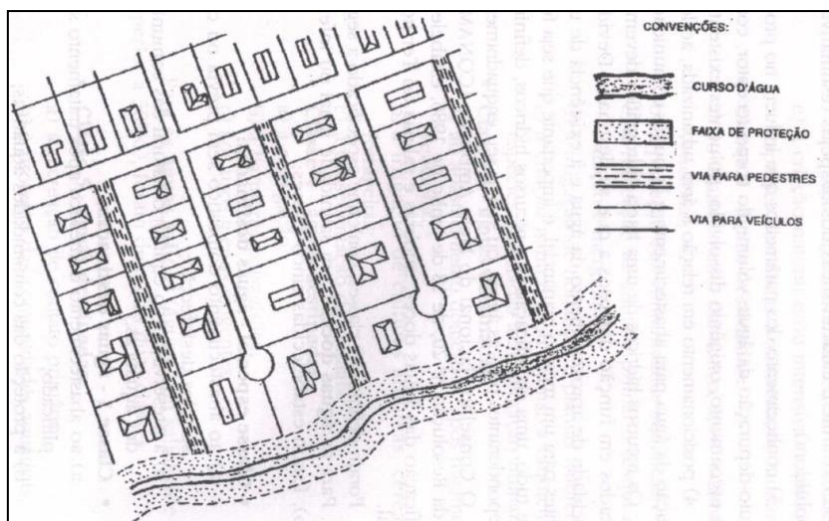
Um programa com diretrizes para fundo de vales deve ser desenvolvido considerando:

- Estudos geológicos e geotécnicos em áreas de riscos;
- Estudos hidrológicos considerando cheias com o tempo de retorno de 100 anos;
- Legislações específicas, sobretudo as que normatizam as faixas não edificáveis;
- Preservação dos recursos hídricos (quantitativos e qualitativos);
- Processos erosivos inerentes aos tipos de solo;
- Proteção do sistema natural de drenagem, preservando os caminhos do escoamento natural.

Mota (2003) apresenta, de forma didática, como orientar as ocupações urbanas ao longo das margens de cursos hídricos (Figura 3). Pode-se observar que as vias para veículos não acessam o fundo do vale (o que pode trazer resultados positivos a favor do não lançamento de resíduos), porém os pedestres têm acesso às áreas verdes e APPs instaladas nas faixas de proteção.

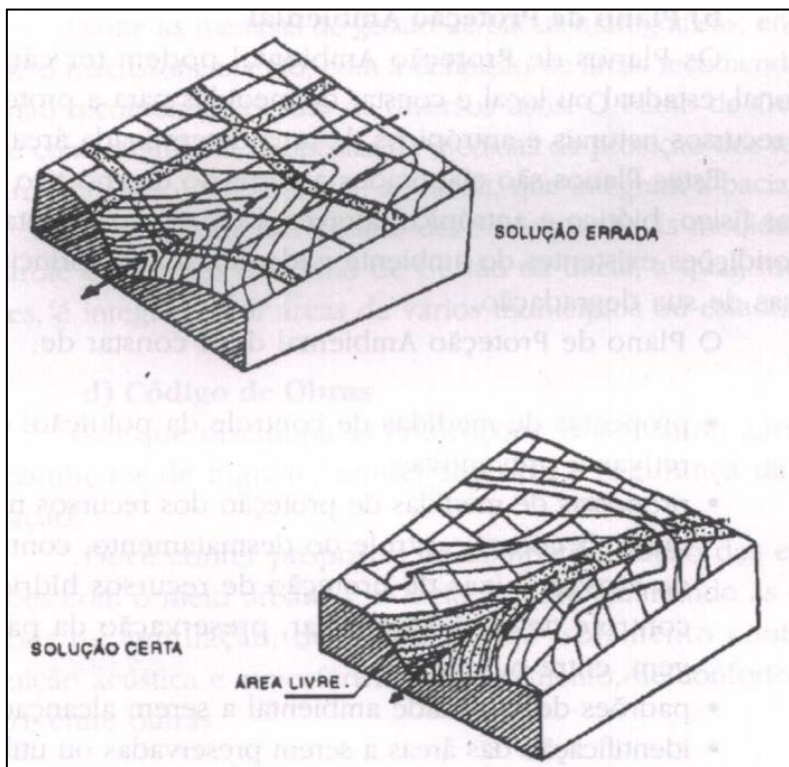
Além disso, essas faixas podem ser maiores do que a legislação normatiza, funcionando como áreas de lazer. Mota exemplifica como fazer um loteamento respeitando os aspectos topográficos do terreno (Figura 4).

Figura 3 – Exemplo de Distribuição de Lotes e Vias Públicas nas Margens de Cursos d'Água.



Fonte: Mota, 2003.

Figura 4 – Exemplo de Parcelamento do Solo Considerando Aspectos Topográficos e Condições de Drenagem Natural do Terreno.



Fonte: Mota, 2003.

7.3. Medidas de Controle de Erosão e Assoreamento

São comuns processos erosivos superficiais, por vezes intensos e localizados, devido principalmente às deficiências de microdrenagem, por vezes não tão intensos e localizados, ou seja, difusos, que resultam em grandes montantes de aporte sólido aos corpos d'água receptores, decorrentes da presença de grandes áreas de exposição direta aos agentes de erosão. Isso acarreta aumento da frequência de enchentes e entupimentos de condutos e canais por sedimentos, assim como a degradação da qualidade da água. Dentro desse contexto, o controle da erosão urbana é fundamental tanto na manutenção da capacidade de escoamento do sistema de drenagem como na qualidade ambiental.

O controle da erosão urbana pode ser efetuado através de medidas não estruturais, como o planejamento adequado do uso e ocupação do solo no município, como também através de técnicas estruturais de controle. O planejamento para prevenção da erosão urbana consiste basicamente em um plano de ordenamento do assentamento urbano, que estabelece normas básicas para evitar problemas futuros, situações que favorecem o desencadeamento do processo erosivo e, no caso de espaços já ocupados, reduzir ou eliminar os possíveis efeitos negativos dessa ocupação.

No diagnóstico do sistema de drenagem urbana de Guaratinguetá, foram identificadas regiões onde ocorrem escorregamentos entre muitos pontos. Devido ao relevo local e ao uso e ocupação do solo, processos erosivos de pequeno e médio porte são comuns. A consequência disso é aporte de sedimentos para a rede de drenagem, o que pode causar ou agravar episódios de inundações. Esse processo pode se intensificar com o lançamento inadequado de resíduos sólidos urbanos nos cursos hídricos.

Neste contexto, é importante a recuperação das áreas degradadas por erosão e/ou escorregamento através de medidas mecânicas, como o retaludamento; estruturais, como o aterramento com obras hidráulicas; ecológicas, como a revegetação; ou ainda de bioengenharia.

Da mesma maneira, é fundamental a adoção de medidas visando à prevenção da ocorrência de erosão e escorregamentos. Neste sentido, recomenda-se a revegetação de áreas desmatadas, especialmente de APPs (Áreas de Preservação Permanente); a instalação de dissipadores de energia, principalmente nos pontos de lançamento de drenagem; entre outras medidas que visem diminuir a força erosiva das águas pluviais ou,

ainda, reduzir o escoamento superficial, aumentando a infiltração no solo.

Ainda com relação aos escorregamentos, propõe-se a remoção dos moradores das áreas de risco, a criação de políticas que inibam a ocupação dessas regiões, a implementação de programas de conscientização ambiental em relação ao risco de escorregamentos e, por fim, a instalação de pluviômetros com a função de monitoramento e alerta em pontos estratégicos do município.

É importante que todas as medidas citadas sejam tomadas juntamente ao planejamento do uso e da ocupação do solo do município, que será discutido mais detalhadamente adiante.

Existem diversas técnicas para controle de erosão, tanto urbana quanto rural. Segundo Rotta (2012), essas podem ser utilizadas para diferentes objetivos, tanto para prevenção como para controle, mitigação e/ou recuperação de áreas afetadas pela erosão acelerada. O Quadro 5 agrupa as técnicas mais utilizadas em revisão da literatura especializada feita por Rotta (2012).

Segundo Batista, Nascimento e Barraud (2005), o controle de assoreamento também pode ser feito em bacias de detenções, dotando-as de estruturas de pré-tratamento (caixas de areia e decantadores), aplicando-as na conservação dos cursos hídricos.

Quadro 5 – Medidas para Prevenção, Controle, Mitigação e/ou Recuperação que Podem ser Usadas para Áreas Degradadas por Processos Erosivos.

		Objetivo das medidas			
Medidas		Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Ecológicas	Revegetação	X	x	X	x
	Pastagem	X	x	X	x
	Faixa ripariana	X	x	X	x
	Zonas de <i>buffer</i>	X	x	X	x
	Barreira de galhos (<i>brush barrier</i>)	X	x	X	
Agrícolas	Plantas de cobertura	X	x	X	
	Culturas em faixa	X	x	X	
	Cordões de vegetação permanente	X	x	X	
	Faixas de bordadura	X	x	X	
	Alternância de capinas	X	x	X	
	Ceifa do mato	X	x	X	
	Cobertura morta	X	x	X	
	Controle do fogo	X			
	Adubação (verde, química e orgânica)	X	x	X	
	Plantio direto	X	x	X	
	Rotação de culturas	X	x	X	
	Calagem			X	
	Plantio em contorno	X	x	X	X

		Objetivo das medidas			
Medidas		Prevenção	Controle	Mitigação	Recuperação
Mecânicas	Terraceamento	X	x	X	X
	Sulcos e camalhões em contorno	X			
	Canais escoadouros	X	x	X	
	Barragens	X	x	X	
	Adequação e conservação de estradas vicinais e carregadores	x	x	X	
	Caixas de infiltração	X	x	x	
	Aterramento		x	x	X
	Rip Rap	X	x	x	X
	Cordões de nível	X	x	x	X
	Aterramento com resíduo		x	x	X
	Retaludamento	X	x	x	X
	Bermas	X	x	x	X
	Barragem de sedimento	X	x	x	
Estruturais	Microdrenagem	Muro de contenção	X	x	x
		Dique de proteção	X	x	x
	Microdrenagem	Meios-fios/Guias	X	x	x
		Sarjetas	X	x	x
		Bocas de lobo/Bocas coletoras	X	x	x
		Galerias	X	x	x
		Poços de visita	X	x	x
		Tubos de ligações	X	x	x
		Caixas de ligação	X	x	x
	Macro-drenagem	Canais: naturais ou artificiais	X	x	x
		Dissipadores de energia	X	x	x
		Ressalto hidráulico: canais abertos		x	x
		Tipo SAF para nº Froude 1,7 a 17		x	x
		Tipo USBR II para nº Froude ≥ 4,5		x	x
		Tipo USBR III para nº Froude ≤ 4,5		x	x
		Tipo USBR IV para nº Froude 2,5 a 4,5		x	x
		Barragens	X	x	x
		Vertedores: Queda, Calha e Degrau "Cacimbo"		x	x
		Bacia de acumulação		x	x
		Bacias dissipadoras		x	x
		Proteção de taludes	X	x	x
		Aterramento com obras hidráulicas		x	x
		Obras de pavimentação	X	x	x
		Drenos		x	x
Bioengenharia	Gabião vegetado	X	x	x	X
	Geogrelha vegetada	X	x	x	X
	Mantas de gramíneas	X	x	x	X
	Sistemas de celas de confinamento	X	x	x	X
	Tapete biodegradável	X	x	x	

Fonte: Adaptado de Rotta, 2012.

7.4. Medidas para a Redução da Disposição de Resíduos Sólidos nos Corpos d'Água

Segundo Tucci (2005), à medida que a bacia é urbanizada, e a densidade populacional aumenta, a produção de sedimentos pode reduzir, mas outro problema aparece: a produção de resíduos sólidos urbanos. Esses resíduos obstruem ainda mais a drenagem e cria condições ambientais ainda piores. Ainda, segundo o autor, esse problema somente é minimizado com adequada frequência da coleta, educação da população e normatização. O volume de resíduos sólidos que chega à drenagem depende da eficiência dos serviços urbanos e de fatores diversos, como: frequência e cobertura da coleta de lixo, frequência da limpeza das ruas, reciclagem, forma de disposição do lixo pela população e frequência da precipitação.

Tucci e Neves (2009), citando Armitage (2001) apud Marais e Armitage (2004), trazem a informação que a varrição diária pode remover mais de 98% do lixo presente nas ruas. Os autores mostraram que, quando a razão entre o número médio de dias entre varrição e o número médio de dias entre chuvas significativas é 1, a eficiência da varrição é de apenas 50%, carreando o restante para os cursos hídricos. Ainda segundo os autores, a limpeza urbana é o fator de maior relação com a rede de drenagem, por estar mais suscetível a atingí-la.

De acordo com Tucci & Neves (2009), a gestão dos resíduos sólidos na drenagem urbana envolve ações de minimização do total gerado. Essa redução, por sua vez, pode ser feita através de dois tipos de medidas: estruturais, com a implantação das armadilhas ou estruturas de retenção; e não estruturais, envolvendo mudanças de atitude da comunidade (incluindo o comércio, a indústria e os residentes).

Porto (1995) cita os principais aspectos que as medidas não estruturais devem ter:

- Melhorar a qualidade do corpo receptor;
- Ser aceitável pela população;
- Ser aplicável a toda a área da bacia;
- Ser consistente com as medidas estruturais propostas ou implantadas;
- Ser consistente com os objetivos do controle de qualidade da água do corpo receptor;
- Ser economicamente eficiente.

A autora apresenta, também, as medidas não estruturais mais utilizadas, que estão descritas a seguir:

- Controle do uso do solo urbano;
- Regulamentação para áreas em construção, incluindo a obrigatoriedade da adoção das medidas de controle da produção de sedimentos, diminuindo a erosão local;
- Implantação de áreas verdes que reduzem as vazões e os volumes escoados superficialmente, assim como as cargas de sedimentos;
- Controle de ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem;
- Varrição de ruas e recolhimento do material grosseiro;
- Controle da coleta e disposição final dos resíduos;
- Educação da população, sensibilizando-a quanto às disposições finais dos resíduos sólidos;
- Instalação de placas de advertência para a não disposição de resíduos sólidos em local indevido, principalmente próximo aos corpos d'água.

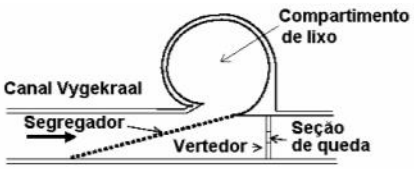
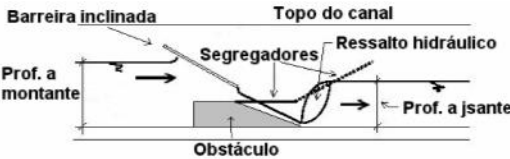
Medidas não estruturais e preventivas quanto à geração de resíduos podem ser tomadas no sentido de melhorar os serviços urbanos, estando entre elas:

- Regular os empreendimentos com atuação no controle da implantação de construções urbanas;
- Criar mecanismos para redução das fontes de produção de resíduos;
- Implementar e/ou ampliar os programas de reciclagem visando recuperar o valor econômico agregado dos resíduos;
- Implementar ações de educação, conscientização e de incentivos à separação seletiva, entre outros (Tucci & Neves, 2009).

As medidas estruturais utilizam dispositivos de retenção, com destaque para os autolimpantes e exigem, por vezes, recursos altos que inviabilizam sua utilização (Tucci & Neves, 2009). Dessa maneira, o município com pouco recurso financeiro deve direcionar o seu foco para as medidas não estruturais apresentadas, as quais demandam menores gastos e apresentam, de modo geral, bons resultados para a redução da disposição de resíduos sólidos na drenagem urbana.

Com relação a medidas estruturais, Armitage et al. (1998, apud Tucci e Neves, 2009) fazem uma compilação das medidas autolimpantes, apresentada no Quadro 6.

Quadro 6 – Evolução das Estruturas de Retenção de Resíduos Sólidos — Autolimpantes.

Técnica	Esquema	Observações
Visage (1994): desvio do lixo para um reservatório com hastes inclinadas a 11°, fluxo para o centro e para baixo a jusante		Aderência às hastes em vazões baixas ou em altas com lixo inicial. Em grandes concentrações, acúmulo nas hastes ou entre a extremidade de jusante destas e a parede do canal.
Watson (1996) e Compion (1997): rampa inclinada a jusante e segregador horizontal na direção do fluxo. Largura do canal após a rampa duas vezes a inicial. Continuação do segregador inclinada		Efetiva em vazões altas ou com o nível de jusante alto. Problemas em longos períodos de vazões baixas por causa da deposição a montante. Observou-se aumento da presença de vórtices a jusante, ajudando a acomodação do lixo.
Beecham e Sablatnig (1994): modelaram 23 estruturas. As de melhores resultados são ilustradas ao lado, sendo o arranjo 23 considerado o mais efetivo		Maior potencial com barras horizontais; a inclusão de uma queda vertical dentro do arranjo reduz bastante a probabilidade de refluxo; e o armazenamento <i>off-line</i> do lixo disponibiliza área de armazenamento muito maior, cria menos perturbações no escoamento e possibilita um acesso muito melhor de limpeza e manutenção

Fonte: Armitage et al., 1998 apud Tucci e Neves, 2009.

8. PLANO DE AÇÕES

A partir dos estudos desenvolvidos pode-se elencar ações a serem desenvolvidas pelos gestores do município de Guaratinguetá nas fases, de imediato, curto, médio e longo prazo. A fim de alcançar as metas e os objetivos propostos e apresentados no Quadro 20, é proposto o seguinte planejamento:

- Prazo imediato (até 3 anos): deverão ser completadas as ações de cadastro do sistema e sistematização da manutenção e limpeza do sistema existente.
- Curto prazo (de 4 a 8 anos): nesse período determina-se o estabelecimento das reconstituições das APPs e as recuperações das áreas sujeitas a processos

erosivos, escorregamentos e assoreamento e iniciadas as ações dos projetos de microdrenagem e macrodrenagem

- Médio prazo (de 9 a 12 anos): serão necessárias as implantações das redes de microdrenagem e parte das obras de correção das estruturas existentes.
- Longo prazo (de 13 a 20 anos): além das adequações de todas as travessias e canais do sistema de drenagem.

Além disso, as ações não estruturais de Educação Ambiental, Gestão do sistema de drenagem urbana, Controle de emergências, Sustentabilidade econômica, entre outras, são ações contínuas, ou seja, deverão iniciar-se no primeiro ano de implementação do plano e continuadas até o final do plano e revisões.

Foram estudados todos os pontos indicados que resultaram em ações para oito pontos de recuperação de APP, sete com processos erosivos a serem recuperados, dez pontos críticos para implantação e rede de microdrenagem e vinte e cinco obras de médio e grande porte para correção do sistema de drenagem existente.

Mediante análise das características do sistema de drenagem de Guaratinguetá e do exposto, o Quadro 7 apresenta as ações de curto, médio e longo prazos, visando à implementação de soluções graduais e progressivas de forma a atingir os objetivos e metas propostos.

Quadro 7 – Plano de ações proposto para o setor de drenagem urbana e manejo de água pluviais

		Descrição	Prazo	Responsável
Objetivo 1	Meta 1.1	Ação 1.1.1 Elaborar mapeamento completo dos pontos de alagamento, enchentes e inundação do município.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 1.1.2 Expandir/adequar rede de drenagem de forma completa (galeria, sarjeta, boca de lobo e dissipador de energia) para os pontos em que esses dispositivos são insuficientes.	Médio	Prefeitura Municipal
		Ação 1.1.3 Expandir/adequar rede de macrodrenagem de forma completa (galerias/canais, pontes, fundos de vale) para os pontos em que esses dispositivos são insuficientes. Considerando a remoção/equacionamento de eventuais pontos de interferências nas redes de micro e macro drenagem que compõe o sistema de drenagem.	Médio	Prefeitura Municipal
		Ação 1.1.4 Elaborar e implementar programa de captação da água da chuva para edificações públicas e privadas.	Longo	Prefeitura Municipal
	Meta 1.2	Ação 1.2.1 Elaborar um Plano de Manutenção do sistema de micro e macrodrenagem do município.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 1.2.2 Executar ações do Plano de Manutenção.	Longo	Prefeitura Municipal
	Meta 1.3	Ação 1.3.1 Regular a proibição do descarte irregular de resíduos sólidos urbanos próximos aos cursos d'água e sistemas de drenagem (canais, boca de lobo, etc.).	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 1.3.2 Fiscalizar o descarte irregular próximo aos cursos d'água e sistemas de drenagem (canais, boca de lobo, etc.).	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 1.3.3 Criar canal para denúncia de descarte irregular de resíduos nos corpos d'água do município.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 1.3.4 Criar reuniões e seminários dentro do calendário oficial para o esclarecimento quanto à destinação final adequada dos resíduos sólidos.	Longo	Prefeitura Municipal
	Meta 1.4	Ação 1.4.1 Elaborar o Plano de Contingência de Inundações.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 1.4.2 Elaborar Plano Municipal de Mudanças Climáticas de Guaratinguetá – PMMCC.	Longo	Prefeitura Municipal
	Meta 1.5	Ação 1.5.1 Criar sistema de alerta e monitoramento de eventos meteorológicos severos.	Curto	Prefeitura Municipal
	Meta 1.6	Ação 1.6. Aperfeiçoar a legislação urbanística municipal tornando obrigatório que para o licenciamento dos projetos de novas edificações e de reformas sejam previstos sistemas de retenção e retenção e eventual estímulo ao reúso de águas.	Curto	Prefeitura / Câmara Municipais
Objetivo 2	Meta 2.1	Ação 2.1.1 Atualizar mapeamento específico das áreas suscetíveis a processos erosivos no município.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 2.1.2 Elaborar Plano de Desocupação em áreas com risco.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 2.1.3 Implementar ações de desapropriação de todas as residências em áreas de risco, conforme Plano de Desocupação elaborado.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 2.1.4 Realizar campanhas de sensibilização da população quanto aos riscos associados à ocupação de áreas suscetíveis aos processos erosivos.	Longo	Prefeitura Municipal

		Descrição	Prazo	Responsável
	Meta 2.2	Ação 2.1.5 Fiscalizar e desestimular a ocupação de áreas de risco no município.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 2.2.1 Elaborar Plano de recuperação das áreas desapropriadas e com risco.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 2.2.2 Recuperação das áreas desapropriadas.	Longo	Prefeitura Municipal
Objetivo 3	Meta 3.1	Ação 3.1.1 Realizar mapeamento das nascentes e cursos d'água no município para delimitar APPs.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 3.1.2 Elaborar um Plano de recuperação das APPS e áreas verdes municipais.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 3.1.3 Executar o Plano de recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APPs) e áreas verdes.	Médio	Prefeitura Municipal
Objetivo 4	Meta 4.1	Ação 4.1.1 Realizar cadastro da rede de drenagem urbana no município e disponibilizar o cadastro em ambiente SIG.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 4.1.2 Atualizar continuamente o levantamento cadastral.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 4.1.3 Acompanhar continuamente a evolução dos índices de permeabilidade dos lotes urbanos e fiscalizar o atendimento à legislação aplicável.	Curto	Prefeitura Municipal
	Meta 4.2	Ação 4.2.1 Realizar com periodicidade programada a capacitação dos funcionários (atuais e novos).	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.2 Elaborar estudo da cobrança de taxas decorrentes da prestação de serviço público de drenagem urbana e manejo de águas pluviais.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.3 Avaliar continuamente os indicadores de desempenho, a fim de buscar melhorias de gestão financeira.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.4 Verificar os prazos de validade e promover estudos complementares para manutenção das portarias de outorga de direito de uso dos recursos hídricos e das licenças ambientais.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.5 Avaliar as possibilidades da escolha do prestador de serviços para o sistema de drenagem.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.6 Buscar possibilidades de entidade reguladora para o setor de drenagem e escolher a ideal para o município.	Curto	Prefeitura Municipal
		Ação 4.2.7 Realizar tramites para iniciar as atividades com a entidade reguladora.	Curto	Prefeitura Municipal
Objetivo 5	Meta 5.1	Ação 5.1.1 Inserir periodicamente na página do site oficial da Prefeitura ou da rede social ou, ainda, da conta de aplicativo de mensagens instantâneas, com informações atualizadas e pertinentes ao eixo de Drenagem Urbana e manejo de águas pluviais.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 5.1.2 Realizar eventos públicos periodicamente, com o intuito de informar a população sobre a situação do sistema de drenagem do município.	Longo	Prefeitura Municipal
		Ação 5.1.3 Realizar, periodicamente, pesquisas de percepção e satisfação com a população para obter feedbacks dos serviços prestados, de maneira a verificar os pontos passíveis de melhorias.	Longo	Prefeitura Municipal

Descrição		Prazo	Responsável
Meta 5.2	Ação 5.2.1 Instituir parcerias com a Defesa Civil e demais entidades pertinentes para a realização de eventos e mecanismos para divulgação e aprimoramento do sistema de alerta e monitoramento de eventos extremos.	Longo	Prefeitura Municipal
Meta 5.3	Ação 5.3.1 Produzir conteúdo em mídias sociais, rádio e tv, comunicados e alertas de eventos oceânico-meteorológicos adversos para toda a sociedade	Longo	Prefeitura Municipal

Fonte: TCA, 2024

8.1. Ações de Infraestrutura

Antes de realizar os projetos e obras para atender as deficiências do sistema de drenagem urbana, deve-se realizar o mapeamento, o cadastramento e o 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, 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.);
- 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.

A partir desse cadastro completo e atualizado, será possível realizar as demais ações de expansão das redes de micro e macro drenagem para atendimento das demandas locais, principalmente nas áreas que estão sujeitas a inundações e alagamentos.

8.2. Programa de Reaproveitamento de Águas Pluviais.

O reaproveitamento da água de chuva destaca-se como ferramenta importante para diminuir a probabilidade e a intensidade dos alagamentos, além de diminuir a demanda do abastecimento de água. Propõe-se inicialmente a implementação nos prédios públicos e a expansão para prédios comerciais, residenciais, etc.

8.3. Áreas a serem Desocupadas, Preservadas e Recuperação de Áreas de Preservação Permanente (APP) e Áreas Verdes

As APPs são áreas ao entorno de nascentes, margens dos corpos d'água, áreas íngremes e topos de morro municipais. Assim, para a recuperação desses locais é necessário que se realize um cadastramento e mapeamento de todas as nascentes e cursos d'água municipais, inclusive as nascentes secas devido à degradação do solo e os

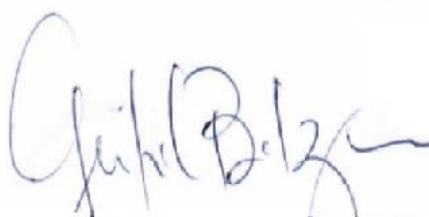
curtos intermitentes ou tamponados.

As APPs em áreas urbanas ou com ocupações devem estar inseridas no planejamento do município quanto à regularização fundiária e possível desocupação das APPs urbanas, com indenização aos moradores que precisarem sair de suas residências, assim como a atribuição de novos usos para a área.

Em conjunto, deve-se implementar a possibilidade de ampliar as áreas verdes do município além das áreas já protegidas, a fim de estabelecer conexões com as APPs, garantindo os processos ecológicos e todos os benefícios aos cidadãos quanto à arborização da cidade.

São Paulo, 28 de junho de 2023.

Responsáveis Técnicos



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



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

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BATISTA, M.; NASCIMENTO, N. BARRAUD, S. Bacias de Detenção, In: Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana, Porto Alegre: ABRH, 2005.
- CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. São Paulo: Oficina de Textos, 2005.
- CIDADES, Ministério das Cidades, Programa de Drenagem Urbana Sustentável do Ministério das Cidades. Brasília. www.cidades.gov.br.
- FEAM - Fundação Estadual do Meio Ambiente. Orientações básicas para drenagem urbana- Belo Horizonte: FEAM, 2006.
- GUIA para Elaboração de Planos Municipais de Saneamento do Governo Federal (Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental – SNSA/Ministério das Cidades, Fundação Nacional de Saúde – FUNASA/Ministério da Saúde, 2006).
- ROTTA, C. M. S. Estudo da recuperação de áreas degradadas por processos erosivos: procedimentos e eficiência dos métodos, 2012. 166p. Dissertação (Mestrado em Geotecnia), Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, 2012.
- TUCCI, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas/ Carlos E. M. Tucci – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005.
- TUCCI, C. E. M. Hidrologia: ciência e aplicação. Organizado por: Carlos E. M. Tucci, André L. L. da Silveira... [et al.] – 3ª ed., primeira reimpressão. Porto Alegre: Editora da UFRGS/ABRH, 2004. 1ª ed. 1993.
- TUCCI, C. E. M. Inundações Urbanas. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007. 393p.
- TUCCI, C. E. M.; NEVES, M. G. F. P. Resíduos sólidos na drenagem urbana: Aspectos Conceituais. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, v. 13, p. 125-136, 2009.
- TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. (Organizador). Hidrologia Ciência e Aplicação. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Editora da Universidade – UFRGS. Porto Alegre, RS. 3º Edição, 2002.
- TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento da drenagem urbana. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Volume 7 N.º 1 Jan/Mar. 2002. p5-27.
- TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gerenciamento integrado das inundações urbanas no Brasil. Revista Rega / Global Water Partnership South America. – Vol. 1, no. 1 (jan. / jun. 2004) – Santiago: GWP / South America, 2004. p59-73.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Inundações Urbanas. Associação Brasileira de Recursos Hídricos – ABRH. Editora da Universidade – UFRGS. Porto Alegre, RS. 1º Edição, 2007.

ZUFFO, Antonio Carlos. Seleção e Aplicação de Métodos Multicriteriais ao Planejamento Ambiental de Recursos Hídricos. Tese de Doutorado. Escola de Engenharia de São Carlos – Universidade de São Paulo - USP. São Carlos, 1998.

**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.