

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARAÇOIABA DA SERRA
Secretaria de Obras

**PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
DE ARAÇOIABA DA SERRA**

ARAÇOIABA DA SERRA
2017

Introdução

Esta versão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Araçoiaba da Serra consiste na primeira revisão do documento. O enfoque principal está na atualização de dados contidos na proposta de plano – revisão 0/A de Agosto/2011, reunidos de forma sintética e conclusiva, englobando os três sistemas (água, esgoto e drenagem pluvial), sendo que a data inicial do planejamento – 2010 – foi mantida a fim de permitir melhor entendimento da evolução de todo o sistema, assim como foi garantida a participação popular, havendo envolvimento e compromisso da coletividade.

Essa nova versão do plano constituir-se-á em um valioso instrumento para captação de recursos estaduais e federais para investimentos nos quatro sistemas de saneamento, devendo ser reavaliado a cada quatro anos, conforme determina a Lei 11.445/07.

Água e Esgoto

A Lei nº 11.445 promulgada em 05 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento público, está apresentado no Anexo I deste trabalho. Aos efeitos da Lei aqui citada considera-se saneamento básico o seguinte:

a) **Abastecimento de água potável:** Constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações necessárias ao abastecimento público de água potável, desde a sua captação seja por poços profundos ou através mananciais ou corpos hídricos capacitados ao fim de abastecer um município, passando para o sistema de tratamento e seguindo pelas redes de distribuição que chegam até as ligações domiciliares, atendendo toda uma população;

b) **Esgotamento sanitário:** Constituído pelas atividades, infraestruturas e instalações operacionais de coleta, transporte, tratamento e disposição final adequado dos esgotos sanitários, desde as ligações prediais até o seu lançamento final no meio ambiente;

c) **Drenagem e manejo das águas pluviais urbanas:** Conjunto de atividades, infraestruturas e instalações operacionais de drenagem urbana de águas pluviais, de transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas.

Neste Plano a Prefeitura de Araçoiaba da Serra pretende fazer uma abordagem do abastecimento de água potável e do esgotamento sanitário no passado, no presente e no futuro à população do município.

Considerações Iniciais

Entende o Poder Executivo Municipal que uma infraestrutura urbana adequada é um dos aspectos vitais para consolidar o desenvolvimento sustentável do município. O saneamento básico é um serviço essencial e está intimamente ligado a todos os setores da atividade humana, desde a necessidade imediata para a vida, para a melhoria da saúde pública, para a queda da taxa de mortalidade infantil, para a efetiva preservação dos mananciais e do meio ambiente, até como fator primordial de desenvolvimento econômico social. Assim, o abastecimento de água e a coleta e tratamento de esgoto desempenham um papel importante para as sociedades modernas. Além de poder garantir melhor qualidade de vida para seus habitantes, que é a função precípua do sistema de saneamento básico, a cidade que conta com serviços estruturados nesse setor tem a seu favor uma grande capacidade de atração de investimentos, com a implantação de novas indústrias, a geração de emprego e renda, a criação de mercado consumidor e, portanto, desenvolvimento sustentável. A conquista de um sistema moderno e eficiente na área de infraestrutura urbana é condição básica para o crescimento econômico, a competitividade e a alocação de recursos.

No entanto, o processo de tratamento e distribuição de água e coleta de esgoto é extremamente oneroso e a água torna-se cada vez mais um produto escasso e caro, principalmente em grandes aglomerados humanos, onde há necessidade de buscar água bruta em mananciais afastados. Todo esse processo demanda um investimento alto das operadoras, que têm nas tarifas a sua principal fonte de recursos para fazer frente às demandas. Se para um domicílio a tarifa de água normalmente não é um dos principais itens no orçamento - até porque a política tarifária, através dos subsídios cruzados, mantém incentivos -, para as indústrias e outras categorias de consumidores, o preço da água pode tornar-se preponderante na análise da planilha de custos, funcionando como fator de atração ou não de novos empreendimentos.

Por ser essencial à vida e por ter essa ampla necessidade de utilização em todos os setores de atividade, principalmente no que diz respeito à saúde, o controle público e social do serviço de saneamento básico é indiscutível.

Saneamento – Breve Histórico

Este tópico pretende relatar, sucintamente, o que ocorreu com o abastecimento de água e o esgotamento sanitário no município influenciado pelas macro políticas do setor nos últimos 55 anos.

Na década de 60 e até meados dos anos 70 o sistema de abastecimento de água foi realizado pela Prefeitura Municipal. Constava de captação de água de poços rasos e profundos e pequena captação na região do bairro Monte Bianco e mini tratamento. O atendimento era precário e limitado à região central da sede municipal.

Com o objetivo de organizar o setor de saneamento (abastecimento de água e esgotamento sanitário) o Governo Federal na década de 70 elaborou o PLANO NACIONAL DE SANEAMENTO – PLANASA, que em seu escopo incentivava a criação das Companhias Estaduais de Saneamento, bem como propunha a transferência da operação dos serviços de água e esgoto para as mesmas. Assim sendo, em 23 de setembro de 1976 a Prefeitura Municipal de Araçoiaba da Serra celebrou contrato de concessão, por 30 anos, com a Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – SABESP.

No plano nacional nos anos 70, o antigo Banco Nacional de Habitação (BNH) se utilizando recursos do Fundo de Garantia por Tempo de Serviço (FGTS) financiou a implantação e a expansão do setor de saneamento básico. Em meados dos anos 80, o BNH foi extinto e a Caixa Econômica Federal (CEF) assumiu os programas do banco retro mencionado, vindo a diminuir, sensivelmente, a disponibilidade de recursos ao setor.

Nos anos 90 o setor passa por um colapso gerado por uma inadimplência cada vez maior e o esgotamento dos recursos do FGTS. Entre 2000 e 2006 a realidade do setor pouco mudou e o atendimento ainda era precário, principalmente no que tange ao esgotamento sanitário. Dentro deste contexto viveu nosso município, tendo seu sistema de abastecimento de água e esgotamento sanitário operado pela SABESP.

Em 22 de setembro 2006 o contrato de concessão com a SABESP tornou-se vencido, possibilitando ao Poder Executivo Municipal abrir concorrência pública e processo licitatório com o intuito de encontrar no mercado atual, empresas para mudar a história do município e afim oferecer a universalização dos sistemas de abastecimento e esgotamento sanitário.

De acordo com a licitação de Concorrência Pública nº 01/08, foi-se concessionado por 30 anos o serviço público de água e esgoto, na área de abrangência do município de Araçoiaba da Serra SP – SP, a concessionária Águas de Araçoiaba S.A. pertencente ao Grupo Águas do Brasil, iniciando sua operação em 01 de dezembro de 2009.

Conteúdo

SISTEMA DE ABASTECIMENTO E ESGOTAMENTO	9
1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	11
2. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA.....	11
3. ADUTORA DE ÁGUA BRUTA.....	11
4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA.....	11
5. SISTEMA DE RESERVAÇÃO.....	12
6. ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E BOOSTER'S	12
7. ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA.....	12
8. REDE DE DISTRIBUIÇÃO.....	12
9. SISTEMAS INDIVIDUAIS.....	13
10. SISTEMAS ISOLADOS	13
11. LIGAÇÕES DE ÁGUA	13
12. SISTEMA DE HIDROMETRIA.....	13
13. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS.....	13
13.1. POPULAÇÃO ATENDIDA.....	13
13.2. VAZÃO PRODUZIDA.....	14
13.3. CONTROLE DE PERDAS.....	14
14. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	14
14.1. REDE COLETORA.....	14
14.2. COLETOR TRONCO	14
14.3. E.E.E (ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO).	15
14.4. TRATAMENTO DE ESGOTO.....	15
14.5. LIGAÇÕES DE ESGOTO.....	15
15. OBJETIVOS E METAS DO PLANO	15
15.1. OBJETIVO E METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO.....	15
15.2. BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO – CÓRREGO VACARIÚ / RIBEIRÃO LAJEADO / CÓRREGO IPANEMA.....	16
16. ACOMPANHAMENTO E REVISÃO DO PLANO	16
17. CONCLUSÃO	16

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS	18
1. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA	19
2. FORMATO INSTITUCIONAL	19
2.1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA	20
2.2. CONDICIONANTES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	21
2.3. INFRAESTRUTURA EXISTENTE	23
2.4. SISTEMA DE MACRO E MICRODRENAGEM EXISTENTES	24
2.5. ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES HIDROLÓGICAS	28
2.6. CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO SISTEMA EXISTENTE	29
3. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA	30
3.1. PROJEÇÕES DE DEMANDAS DE DRENAGEM	31
3.2. METODOLOGIA DOS CÁLCULOS HIDROLÓGICOS	33
3.3. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO	33
3.3.1. DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - TC	34
3.3.2. INTENSIDADE DA CHUVA - I	34
3.3.3. PERÍODO DE RETORNO	34
3.4. MÉTODOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÕES	35
3.4.1. MÉTODO RACIONAL	35
3.4.2. MÉTODO I-PAI- WU	36
3.4.3. VAZÕES DE PROJETO OBTIDAS	39
3.4.4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS	41
3.5. CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE ALAGAMENTO	45
3.6. DIRETRIZES PARA O CÁLCULO HIDRÁULICO	60
4. AVALIAÇÃO DE CUSTOS	61
5. FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS	63
5.1. DEFINIÇÕES DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES	64
5.1.1. AÇÕES IMEDIATAS PARA A DRENAGEM URBANA	65
5.1.2. AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A DRENAGEM URBANA	68
5.1.3. PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS PARA A DRENAGEM URBANA	72
5.2. PLANO DE INVESTIMENTOS DAS AÇÕES PROGRAMADAS	75
5.3. DEFINIÇÃO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS	76
5.3.1. ATENDIMENTO A AUMENTOS DE DEMANDA TEMPORÁRIA	77
5.3.2. ATENDIMENTO E FUNCIONAMENTO OPERACIONAL PARA SITUAÇÕES CRÍTICAS	78

5.4.	ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS AÇÕES PROGRAMADAS	79
5.4.1.	INDICADORES DE MONITORAMENTO	80
6.	REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA	81
7.	RELAÇÃO DE DESENHOS	82

SISTEMA DE ABASTECIMENTO E ESGOTAMENTO

PREÂMBULO

Os serviços públicos aqui analisados, como determina a Lei, deverão obedecer aos seguintes princípios fundamentais:

- I- Universalização do acesso;
- II- Integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso a conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;
- III- Abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos realizados de formas adequadas à saúde pública e à proteção do meio ambiente;
- IV- Disponibilidade, em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;
- V- Adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;
- VI- Articulação com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;
- VII- Eficiência e sustentabilidade econômica;
- VIII- Utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;
- IX- Transparência das ações, baseada em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;
- X- Controle social;
- XI- Segurança, qualidade e regularidade;
- XII- Integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

1. SISTEMA DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

O sistema operado pela concessionária Águas de Araçoiaba S.A, é composto por captação de água bruta, totalmente mecanizada através de painéis de comando de última geração, sistema de bombeamento inteligente com capacidade de modelagem do sistema de pressão hidráulica, captando 120 l/s e automação operada a distância, com monitoramento por câmeras 24h por dia, linha de recalque em ferro fundido de 4,5 km, estação de tratamento de água totalmente inteligente com sistema de perda zero internamente no seu processo de tratamento, sistema de tratamento de lodo e laboratório totalmente modernizado, faz a distribuição através da E.E.A.T (Estação Elevatória de Água Tratada), totalmente modernizada, redes adutoras para os principais reservatórios do município com estratégia de distribuição o reservatório Tonelli e Suiço que demandam a outros sistemas de tratamento e conta com linhas de distribuição atendendo a área urbana e rural de Araçoiaba da Serra SP.

2. CAPTAÇÃO DE ÁGUA BRUTA

O sistema conta com uma única captação de água no rio Pirapora, localizada no município de Salto de Pirapora e próximo à divisa Sudeste do município de Araçoiaba da Serra.

A captação foi construída na década de 80, conforme acordo realizado com a Prefeitura de Salto de Pirapora. Localiza-se na Estrada Municipal do Jundiaquara ou Estrada Celso Charuri, junto a ponte sobre o rio Pirapora e conta com duplo sistema totalmente automatizado e com monitoramento 24h por câmeras, detém um sistema de comando de última geração através dos painéis de comando e caixa desarenadora e poço de sucção externo a captação com barragem de gabião que favorece a reservação da água bruta.

3. ADUTORA DE ÁGUA BRUTA

Da E.E.A.B da captação segue uma adutora pela estrada municipal do Jundiaquara até a Estação de Tratamento de Água, localizada na mesma estrada de nº 100.Sua implantação é de mesmo período da construção da captação e permanece em estado satisfatório.

4. ESTAÇÃO DE TRATAMENTO DE ÁGUA – ETA

A estação está localizada no bairro Jundiaquara, cerca de 14,5 km do portal de acesso ao município, a mesma tem capacidade nominal para tratar 120 l/s após a ampliação do seu 4ª Modulo de Tratamento concluído em 2012 e conta com avançado sistema de recirculação tornando a mesma eficiente e sem perdas no processo de tratamento todo o lodo gerado no processo, e tratado e destinado em aterro licenciado, possui laboratório onde é possível efetuar todas as análises do sistema de tratamento de água e também do sistema de tratamento de lodo.

5. SISTEMA DE RESERVAÇÃO

O sistema de reservação do município está constituído por 12 unidades operacionais de reservação e todos juntos somam 5.177 M³, (cinco milhões, cento e setenta e sete mil litros).

6. ELEVATÓRIA DE ÁGUA TRATADA E BOOSTER'S

Existem no sistema atual 10 unidades operacionais denominadas elevatórias de água tratada e boosters, a mais importante delas é a E.E.A.T ETA JUNDIAQUARA, a mesma tem duas funções, demandar água para o sistema de reservação Tonelli e também demanda para o sistema de reservação Suíço e bairros Cristovam e Colégio Velho, as demais denominadas E.E.A.T Araçoiabinha, Booster Suíço, Booster Alvorada, Booster Flora, San Conrado e Booster San Conrado, Sede, Araçoiabinha, Booster Terra dos Pinheirais, todos contando com sistemas duplos de trabalho para possíveis manutenções e painéis totalmente automatizados por inversores de frequência.

7. ADUÇÃO DE ÁGUA TRATADA

Existe na infraestrutura de linhas de adução algumas adutoras consideradas primordiais ao sistema de distribuição, na saída da E.E.A.T ETA existem duas adutoras onde a primeira é composta por rede de ferro fundido diâmetro de 250 milímetros que parte da ETA e tem função de abastecer o reservatório Tonelli e abastecer em linha os bairro Bosque dos Eucaliptos, Ipanema do Meio, Colonial I, Monte Líbano, sendo para as derivações outros diâmetros de redes em 200 milímetros e 150 milímetros em material PVC PBA DEFOFO, e a outra adutora que sai da ETA em PVC PBA DEFOFO 150 milímetros se estende alimentando o sistema de reservação Suíço que compreende o atendimento dos bairros Jundiacanga, Campo do Meio, Fazendas D'Oeste I, II e III, Vale Verde e Cercado, Primavera, da mesma forma sai da E.E.A.T outra linha que abastece em linha os bairros Cristovam e colégio Velho, e no sistema existem outras adutoras que tem a finalidade de reforçar o abastecimento pelos bairros, que seria a linha de adução que une os bairros Monte Líbano ao Araçoiabinha, e a nova linha de recalque da E.E.A.T Alvorada para o reservatório Alvorada, ambas em 150 milímetros PVC PBA DEFOFO, e alinha de adução do sistema Tonelli ao sistema Sede.

8. REDE DE DISTRIBUIÇÃO

As redes de distribuição estão setorizadas por bairros e interligadas sem seus respectivos reservatórios de abastecimento, contando com boosters de pressurização e redes variadas em 50, 75, 100 milímetros. Totalizando 460 km de redes implantadas.

9. SISTEMAS INDIVIDUAIS

A maioria dos bairros estão sendo atendidos pelo sistema público de saneamento, sendo apenas alguns condomínios que adotaram a sua independência pelo sistema individual, sendo o Cond. Lago Azul, Cond. Portal do Sabia e Cond. Village da Serra.

10. SISTEMAS ISOLADOS

Existem alguns sistemas que são considerados isolados do sistema de distribuição padrão do município, que são bairros afastados da área urbana e localizados em áreas rurais e que também tem uma característica de acesso bem distante dos pontos mais próximos do atendimento público com saneamento, e estes bairros hoje contam com atendimento por poços profundos como é o caso do bairro Terra dos Pinheirais / Altos do Cercado que é atendido por poço profundo e tem um sistema de tratamento localizado paralelo ao reservatório de 35.000 litros e booster de pressurização. Também da mesma forma é atendido o bairro Retiro I com poço profundo e sistema de tratamento paralelo ao reservatório de 32.000 litros, se enquadrando na questão de setorização pública de saneamento a denominação de “Sistemas Isolados”.

11. LIGAÇÕES DE ÁGUA

Os dados atuais em ligações de água compreendem um quantitativo a seguir:

13.655 Ligações de água ativas.

15.494 Economias ativas.

12. SISTEMA DE HIDROMETRIA

Todo o parque de hidrômetros do município de Araçoiaba da Serra está atualizado e devidamente cadastrado nas relações de clientes junto à concessionária Águas de Araçoiaba S.A, e cada hidrômetro é dimensionado de acordo com as categorias residencial, comercial, industrial e público, obedecendo as normas vigentes de dimensionamento e mantendo a substituição periódica quando necessário ou troca efetiva aos equipamentos com mais de 5 anos de uso.

13. INFORMAÇÕES OPERACIONAIS

13.1. POPULAÇÃO ATENDIDA

O abastecimento público atende 96% do município, na sua maioria pelo sistema padrão de abastecimento pela estação de tratamento de água e uma pequena parte pelo sistema denominado “Isolados”.

13.2. VAZÃO PRODUZIDA

A vazão produzida para atendimento do município é em torno de 120 L/s sem intermitência e carga horaria de 24h/dia.

13.3. CONTROLE DE PERDAS

A concessionária atual mantém como parte de suas atividades o controle de perdas, essa atitude é uma pratica usual da Águas de Araçoiaba S.A e a mesma desenvolve trabalhos contínuos de Geofonamento das redes, além da instalação de vários medidores por todo o município para se obter informações sobre o volume disponibilizado ao longo de sua rede de distribuição, e denominou este trabalho como 'Setorização Municipal". Na estação de tratamento Jundiaquara possui 3 medidores, sendo 1 medidor para acompanhamento do volume captado em água bruta e 2 medidores na saída para calcular o volume disponibilizado após o tratamento. Há um medidor instalado no bairro Jundiaquara para acompanhar o fluxo da região do Jundiacanga, Campo do Meio e Cercado; e outro para controlar a região do Bosque dos Eucaliptos, Recanto Ipanema do Meio, Parque Monte Bianco e Pomares. O controle de perda faturada do município é de 21%, sendo que apresenta índices favoráveis com base nos parâmetros de perda em relação ao estado de São Paulo e outros municípios.

14. SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO

O sistema de esgotamento do município abrange uma parte da área urbana, onde se caracteriza o atendimento hoje pela bacia de contribuição do córrego Vacariú, contando com redes coletoras e seus ramais prediais, seguindo para o coletor tronco em torno do lago municipal e as margens do córrego Vacariú até chegar na E.E.E ETE VACARIU que fica as margens da ETE e tem a finalidade de recalcar todo o esgoto do município para a estação de tratamento. Estando a 76% de atendimento pela bacia em referência e 40% de atendimento total no município.

14.1. REDE COLETORA

A maior parte das redes de coleta são constituídas por tubo em manilha cerâmica em diâmetro nominal de 150 milímetros, e algumas ruas contam com rede coletora em 150 milímetros em PVC Ocre. Totalizando 84 km de redes coletoras implantadas.

14.2. COLETOR TRONCO

O coletor tronco foi totalmente substituído, onde existia redes em diâmetros variados e sem dimensionamento apropriado para a demanda atual. Hoje conta com rede totalmente dimensionada a demanda atual e futura, constituída por 1.906 metros de rede diâmetro de 600 milímetros material ADS, até as margens da Avenida Manoel Vieira seguindo pela margem do córrego Vacariú, e duas travessias no sistema MND (método não destrutivo) em tubos

PEAD de alta performance em diâmetros de 315 milímetros totalizando 70 metros no entorno do lago municipal foi implantado 700 metros de tubo PVC corrugado de alta capacidade com 500 milímetros de diâmetro, tendo sua interligação na rua Manoela Augusta de Oliveira Bella do Bairro Jardim Maria da Gloria.

14.3. E.E.E (ESTAÇÕES ELEVATÓRIAS DE ESGOTO).

O sistema de operação de elevatórias em Araçoiaba da Serra SP, tem à disposição 5 unidades, sendo 3 elevatórias do residencial Evidence que demanda seu esgoto para o sistema de coleta municipal, 1 elevatória do residencial Novo Horizonte e 1 elevatória as margens da ETE Vacariú constituída por sistema de gradeamento mecânico, depósito de área e poços de sucção com sistema de bombeamento duplo, todas sob responsabilidade da concessionária Águas de Araçoiaba S.A.

14.4. TRATAMENTO DE ESGOTO

A estação de tratamento de esgoto denominada ETE Vacariú, fica localizada a 23°29'34,68"S e 47°36'17,45"O, em altitude aproximada de 597 metros em relação ao nível do mar, e é composta por Sistema Australiano de tratamento, com gradeamento mecanizado, caixa de areia seguido de uma lagoa anaeróbia e de lagoa facultativa. Também dispõem de gerador totalmente automatizado a nova linha de energização e painéis de comando para melhor operação e conta com sistema de monitoramento por câmeras. A Estação efetua a separação de resíduos gerados através do gradeamento e faz a destinação em aterro totalmente licenciado.

14.5. LIGAÇÕES DE ESGOTO

O município conta com 3.912 ligações ativas de esgoto e 4.178 economias. Este quantitativo engloba vários bairros da bacia de contribuição Vacariú. Este sistema de coleta é feito através do sistema público de saneamento e totalmente operado pela concessionária Águas de Araçoiaba S.A.

15. OBJETIVOS E METAS DO PLANO

Os objetivos do Plano de Abastecimento de Água Potável e Esgotamento Sanitário do Município de Araçoiaba da Serra norteiam-se nos preceitos da Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, em seu artigo 19.

15.1. OBJETIVO E METAS DE CURTO E MÉDIO PRAZO

Este plano como dito anteriormente, vislumbra o período entre os anos de 2017 a 2022 (6 anos) e terá como metas específicas as seguintes ações/intervenções:

Curto Prazo

1) No sistema de abastecimento de água.

- a. Até 2019 – Atender 95% da população.
- b. Até 2022 – Atender 97% da população.

2) No sistema de esgotamento sanitário.

15.2. BACIAS DE CONTRIBUIÇÃO – CÓRREGO VACARIÚ / RIBEIRÃO LAJEADO / CÓRREGO IPANEMA

Curto Prazo

- a. Bacia do Córrego Vacariú – Até 2021 – Atender 90% da bacia.
- b. Bacia do Ribeirão do Lajeado – Até 2019 – Apresentar estudo técnico a fim de verificar a viabilidade da implantação de rede coletora da bacia Lajeado.
- c. Bacia do Ribeirão do Lajeado – Até 2022 – Atender 50% da bacia.
- d. Bacia do córrego Ipanema – Até 2019 – Atender 25% da bacia, implantar redes, troncos, elevatórias e estação de tratamento.
- e. Bacia e/ou Áreas isoladas – Até Dez/2018 – Atender 25% das bacias e/ou áreas isoladas.

Longo Prazo

- a. Bacia do Ribeirão do Lajeado – Até 2024 – Atender 75% da bacia.
- b. Bacia do Córrego Ipanema – Até 2026 – Atender 50% da bacia.
Até 2034 – Atender 75% da bacia.
Até 2038 – Atender 95% da bacia.
- c. Bacias e/ou Áreas isoladas – Até 2026 – Atender 50% da bacia.
Até 2036 – Atender 75% da bacia.

16. ACOMPANHAMENTO E REVISÃO DO PLANO

O acompanhamento e a atualização do Plano serão exercidos pela Agência Reguladora de Saneamento Básico de Araçoiaba da Serra SP, a ser criada ou outra agência conveniada, e Prefeitura Municipal (PMAS), de acordo com os preceitos da Lei Federal nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007.

17. CONCLUSÃO

A Prefeitura Municipal de Araçoiaba da Serra sente-se honrada de poder ofertar a população deste município um instrumento de planejamento de curto e médio e longo prazo para a área de abastecimento de água e esgotamento sanitário. Este Plano deverá ser norteador das ações de todos os agentes envolvidos com os serviços aqui relacionados. Cabe a municipalidade ajudar, através do seu controle, na implantação das metas aqui definidas.

Por último, ressaltamos que a Prefeitura não medirá esforços no sentido de disponibilizar melhores condições de vida para o povo de Araçoiaba da Serra SP.

DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

1. DIAGNÓSTICO DO SISTEMA

Apresenta-se neste item a caracterização do sistema drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do município de Araçoiaba da Serra sob o ponto de vista dos seguintes aspectos: institucionais, técnicos, manutenção e operação, investimentos e recursos de custeio, conforme previsto na Lei Federal nº11.445/2007.

Essa lei conhecida como a Lei de Saneamento Básico, tornou obrigatória a elaboração da Política e do Plano de Saneamento Básico pelos titulares dos serviços. Ademais, o Decreto nº 7.217/2010 determinou que, a partir de 2014, o acesso a recursos da União, quando destinados a serviços de saneamento básico, estará condicionado à existência de Plano Municipal de Saneamento Básico.

2. FORMATO INSTITUCIONAL

Diferentemente de outros serviços que compõe o saneamento básico, isto é, água, esgotos e resíduos sólidos, o manejo das águas pluviais, também conhecido por drenagem urbana é corriqueiramente gerido pela administração direta do município, logo a Prefeitura Municipal, não ocorrendo a concessão do mesmo. Em geral, a Secretaria de Obras e Serviços responde por todas as atividades de planejamento, regulação, fiscalização e operação.

Em Araçoiaba da Serra isso se repete, sendo a Secretaria Municipal de Obras e Serviços quem executa as atividades de drenagem urbana. A seguir apresentam-se algumas informações a respeito da estrutura existente no município, obtidas junto à prefeitura municipal:

a) Orçamento

Não há orçamento específico para a drenagem urbana ou uma rubrica. Os recursos vêm da própria Secretaria Municipal de Obras e Serviços e são alocados conforme as necessidades.

b) Planejamento

A própria prefeitura e suas secretarias mais afeitas respondem pelo planejamento, mas a ação ainda é tópica ou pontual. Ainda não foi estabelecida uma ação decorrente de planejamento relativo à drenagem urbana em curto, médio e longo prazo. Não há um Plano Diretor de Drenagem da Área Urbana, devidamente aprovado pela Câmara Municipal do Município de Araçoiaba da Serra, que oriente as ações, programas e obras de forma integrada para que a universalização da cobertura se torne efetiva.

c) Fiscalização

A mesma também não foi estabelecida no âmbito municipal para verificar, por exemplo, taxa de impermeabilização dos lotes, situação das estruturas hidráulicas de microdrenagem, etc. No entanto, o Departamento de Obras fiscaliza os serviços de drenagem inclusos nos contratos de pavimentação e os executados com fins específicos, através de recursos próprios ou recursos federais e estaduais, além daqueles executados pelo próprio departamento.

d) Operação

A operação do sistema não conta com uma equipe própria que faz reparos na microdrenagem existente de pouca extensão. A limpeza de sarjetas que recebem as águas superficiais livres é feita dentro do previsto como atividade da limpeza pública. Não se dispõe de informações detalhadas de quantos funcionários ou quais equipamentos são utilizados, e, nem os procedimentos rotineiros para realizar os serviços.

A capina e a limpeza das margens dos cursos d'água que atravessam os limites do município de Araçoiaba da Serra ficam a encargo da equipe própria da Prefeitura.

Não há contratos de prestação de serviços específicos para a execução de serviços para o sistema de drenagem urbana.

2.1. CARACTERIZAÇÃO DA BACIA HIDROGRÁFICA

O município de Araçoiaba da Serra encontra-se inserido dentro dos limites da UGRHI 10 - Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos Sorocaba Médio Tietê, conforme Lei nº 7.663/91, que estabeleceu a divisão do Estado de São Paulo em 22 UGRHI's, com base nas bacias hidrográficas existentes conforme ilustra a Figura 2.1, a seguir:

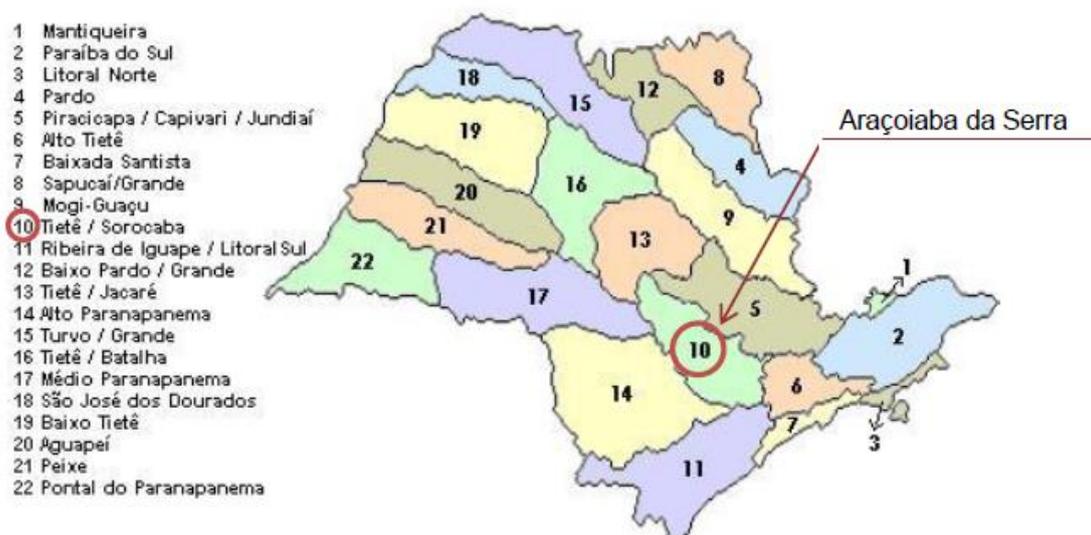


Figura 2.1 - Unidade de Gestão de Recursos Hídricos que se situa Araçoiaba da Serra.

Ao todo 35 municípios compõem a UGRHI 10, a qual é ainda subdividida em 6 sub-bacias, sendo elas: Médio Tietê Inferior, Médio Tietê Médio, Baixo Sorocaba, Médio Sorocaba, Médio Tietê Superior e Alto Sorocaba, estando Araçoiaba da Serra dentro dos limites dasub-bacia do Médio Sorocaba, a qual abrange uma área total de cerca de 1.212,36 km².

A sub-bacia do Médio Sorocaba apresenta os principais índices de concentração populacional e industrialização de toda a UGRHI 10, tendo o município de Sorocaba como centro de maior destaque, o qual sozinho responde por 31% do total dos 1.948.744 habitantes da UGRHI 10 (Censo IBGE, 2010).

Em relação aos grandes condicionantes ambientais válidos para a UGRHI 10, estes também se aplicam para o território de Araçoiaba da Serra, como o regime pluviométrico, o dos rios, a constituição do solo e o relevo, entre outros.

Em termos de macrodrenagem, é imprescindível que toda a UGRHI 10 tenha todos os seus recursos gerenciados de forma integrada, explorando ao máximo a capacidade de todos os seus componentes hidráulicos operacionais existentes e aqueles a serem implantados dentro desse sistema.

Assim, todos os municípios que compreendem esta UGRHI, devem realizar esforços para o funcionamento adequado dos sistemas de drenagem, e, preservar ao máximo, o que resta das condições naturais das sub-bacias, principalmente as várzeas ainda restantes, pois, estima-se que restam apenas 12,57% de cobertura vegetal na UGRHI 10, seja ela de origem natural ou reflorestada. O restante da bacia são áreas antropizadas, compostas por áreas urbanas, culturas, campos e, principalmente, por pastagens.

2.2. CONDICIONANTES DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

O estudo da drenagem é dividido em dois aspectos: macrodrenagem, a qual corresponde aos cursos d'água perenes que se distendem pelos fundos de vale e a microdrenagem, estrutura hidráulica situada no sistema viário principalmente, com a finalidade de coletar e afastar as águas pluviais.

A finalidade da macro e da microdrenagem é evitar os danos provocados pelas inundações e, conseqüentemente, os problemas de saúde na população causados pelo contato com águas poluídas, provocando doenças como leptospirose ou decorrentes do empoçamento de água pluvial que propiciaria ambiente favorável ao crescimento de vetores como mosquitos causadores da dengue.

No que se refere à drenagem a responsabilidade é compartilhada entre o Estado, através do Departamento de Água e Energia Elétrica (DAEE), o próprio Município e, em algumas bacias, com os municípios vizinhos.



Figura 2.2– Condicionantes do sistema de drenagem urbana.

Com relação ao município, um dos principais objetivos do PMSB é estabelecer o “caminho” pelo qual seria atendida toda a população urbana com os serviços de saneamento. No caso da drenagem urbana, dividida basicamente em micro e macrodrenagem, o atendimento deve ser entendido como a redução paulatina do déficit de cobertura, até que toda a área urbana seja atendida adequadamente quanto à drenagem urbana, logo se alcançando a universalização do serviço.

As principais finalidades desta são:

- Combate à inundação, em decorrência dos prejuízos econômicos e sociais provocados;
- Evitar a formação de poças d’água reduzindo os locais de desenvolvimento de vetores com riscos à saúde da população como, por exemplo, os mosquitos que transmitem doenças como dengue e febre amarela;
- Controle de erosão e redução dos assoreamentos dos leitos dos corpos d’água;
- Paisagístico com a criação de parques lineares de fundo de vale integrados com os demais parques e o sistema viário do município.

Com relação às informações existentes sobre a estrutura da drenagem urbana no município, as mesmas não se encontram organizadas, o que dificulta a quantificação dos custos de operação e manutenção. No entanto, esta deficiência em relação às informações disponíveis sobre drenagem é detectada em nível nacional, pois raros são os municípios que possuem cadastro das estruturas hidráulicas que a compõem.

De forma geral, a drenagem urbana se torna um tema de preocupação nos momentos de fortes precipitações, que se repetem ano a ano. As soluções utilizadas para drenagem urbana ainda refletem esses problemas, sendo muitas vezes tomadas considerando-se somente condicionantes locais, o que dificulta a articulação de ações e empreendimentos em nível de bacia hidrográfica, a unidade territorial mais adequada.

2.3. INFRAESTRUTURA EXISTENTE

Em relação à infraestrutura existente, além das travessias e galerias implantadas por ocasião do parcelamento do solo, em particular nos loteamentos, existem canalizações fechadas em vários córregos, porém, não há cadastro organizado das obras executadas. Em outros pontos do município foi notada a existência de regularizações de canais e acertos de travessias como pontes sobre cursos d'água, mas também sem cadastro das mesmas.

A área urbana é sujeita aos fenômenos em nível de macrodrenagem com implicações à microdrenagem. A ação da municipalidade limita-se mais à microdrenagem, embora esta possa ficar "afogada", principalmente na área urbana consolidada.

A municipalidade, dentro da sua atribuição, deveria buscar o controle da ocupação na várzea dos córregos, leito maior e submetido periodicamente à inundação, bem como, evitar a excessiva impermeabilização que causa um excedente de escoamento superficial, aumentando a demanda por microdrenagem. Trata-se de medidas preventivas que evitam problemas futuros de inundação e mais investimentos na microdrenagem.

A captação e destino de águas pluviais no meio urbano são efetuados por uma série de unidades e dispositivos hidráulicos para os quais existe uma terminologia própria. Particularmente a microdrenagem é composta pelas seguintes estruturas hidráulicas: sarjeta, sarjetão, boca de lobo e galeria. A finalidade básica dessas unidades é coletar e afastar as águas pluviais que se tornam escoamento superficial na zona urbana. Visam evitar danos econômicos e também doenças de veiculação hídrica a qual a população estaria sujeita.

A cobertura sistematizada da microdrenagem ainda é pequena, assim como a capacidade efetiva que o município possui de operação, manutenção e restauração, necessitando adequar a gestão do serviço, o que levará a ampliação física do mesmo.

A falta de cadastro técnico, bastante comum devido às condições nas quais ocorreu a expansão urbana no país, impede que se conheçam detalhes a cerca de dimensões, declividades, materiais empregados, entre outros, das atuais estruturas hidráulicas de drenagem urbana, de forma que uma das primeiras medidas propostas será a elaboração do mesmo.

Normalmente durante a urbanização e pavimentação das vias não se dá a devida atenção às águas pluviais, se encontrando estruturas hidráulicas subdimensionadas ou mesmo sua inexistência. Também é comum que as áreas urbanas mais altas sejam providas somente de sarjetas e meio-fio, sem a construção de bocas-de-lobo e consequentes galerias.

O resultado dessa situação é vista durante as chuvas, quando correntes com elevada velocidade das áreas altas se encaminham para as baixas, lá se acumulando e sedimentando materiais erodidos. Esses casos constituem os principais motivos de existência de áreas críticas de empoçamento de água ou enxurradas nas vias durante os eventos de chuva, pois as inundações provocadas por cheias de rios são eventos menos frequentes.

Não há aplicação de medidas não estruturais, técnicas compensatórias ou outras medidas que reduzissem o excedente de escoamento superficial gerado pela urbanização, com o intuito de controlar as inundações, mesmo que seja de pequena proporção. Apesar disso, ainda há espaço para a infiltração das águas de chuva no ambiente urbano, o que reduz a frequência de inundações.

2.4. SISTEMA DE MACRO E MICRODRENAGEM EXISTENTES

O diagnóstico do serviço de drenagem urbana se mostra diferente dos demais setores que compõe o saneamento, seja pelo aspecto físico, seja pelo aspecto gerencial.

Admite-se que sempre existe uma drenagem naturalmente estruturada pelas bacias hidrográficas pertinentes ao caso, nas quais são obrigatoriamente considerados fatores como a rede hídrica os terrenos drenados, onde as variáveis importantes são a declividade, a capacidade de infiltração, a fragilidade perante as inundações etc.

A ocupação urbana e o uso do solo ocorrem dentro desse grande condicionante, o qual impõe tipologias e tecnologias por meio de infraestrutura de micro ou macrodrenagem. Indiscutivelmente, se houver desde o início da urbanização conhecimento e respeito a esses condicionantes naturais, mais simples, menos complexa e cara será a infraestrutura em drenagem urbana.

No aspecto físico são fatores intervenientes a formação geológica, o relevo, a pedologia, a forma da rede hídrica etc, relacionados ao uso e ocupação do solo urbano.

Essa inter-relação se insere dentro do seguinte pressuposto: a dinâmica da relação das águas com o solo e a vegetação existente ocorre anteriormente à ocupação humana, de forma que cheias de rios, formação e inundação de várzeas são fenômenos absolutamente naturais, mas que são alterados num grau que depende muito de como o ser humano ocupa os terrenos. Há sítios que são bem menos propensos a receber inundação, enquanto outros já foram constituídos pela própria inundação ao sedimentar os materiais trazidos pelas águas das cheias.

A macrodrenagem de uma zona urbana corresponde à rede de drenagem natural, ou seja, constituída pelos córregos, riachos e rios que se localizam nos talvegues e vales. Assim, para o caso de Araçoiaba da Serra, as principais macrodrenagens identificadas dentro do perímetro urbano são: Córrego Vacariu, Córrego Nhô-Tó, Córrego Passo Fundo, Rio Verde, Córrego Araçoiabinha, Córrego do Barreiro e Ribeirão do Lajeado.

Segundo informações disponibilizadas pela prefeitura municipal, a rede de drenagem urbana de Araçoiaba da Serra ainda se classifica como parcial, isto é, a área central possui pequenos trechos de galerias que foram implantadas há muitos anos e sem um planejamento adequado. Portanto, a rede existente é antiga e pode haver subdimensionamento em alguns trechos, considerando características hidráulicas atuais.

Os locais que contam com trechos de galerias de águas pluviais estão relacionados na sequência:

- ✓ Rua João Menk;
- ✓ Praça Coronel Almeida;
- ✓ Avenida Manoel Vieira;
- ✓ Rua Professor Toledo;
- ✓ Rua Afonso Vergueiro;
- ✓ Rua 21 de Abril;
- ✓ Rua João Benedito da Costa;
- ✓ Rua Benedito Antunes Ribeiro;
- ✓ Rua Antonio Antero de Oliveira;
- ✓ Rua Antonio Antunes de Oliveira;

- ✓ Rua Ozório Rolim de Góes;
- ✓ Rua Manoel Machado de Oliveira;
- ✓ Rua José Paulino;
- ✓ Rua Ercília Galvão da Costa;
- ✓ Rua Ten. Benedito Camargo Pinto;
- ✓ Avenida Antonino Vieira do Amaral;
- ✓ Estrada Irmã Teoberta (Estrada do Rio Verde).

Foi reportada também a existência de muitas áreas da zona urbana que ainda se encontram sem pavimentação. O Plano Diretor de 2006, aponta como um de seus objetivos, a execução da pavimentação das ruas em terra dos loteamentos já existentes, e, no mesmo documento, há ainda uma diretriz sobre a exigência de que os novos loteamentos sejam entregues com infraestrutura básica: pavimentação, drenagem, água, esgoto, energia domiciliar e iluminação pública.

Este é o caso dos seguintes loteamentos: Residencial Lago da Serra, Jardim Santa Cruz, Residencial Evidence, Village Ipanema, Saint Charbel, Village Araçoiaba, Village da Serra, Residencial Lago Azul e Green Gold.

Ainda, em relação a projetos e outras medidas direcionadas aos sistemas de macro e microdrenagem, não foram encontradas no Plano Diretor,

referências quanto à existência ou elaboração desses documentos. Em termos de microdrenagem, pode-se dizer que esta vem de certo modo funcionando no município, mesmo que com alguns problemas, e, isso se deve principalmente à: boa capacidade de infiltração da área urbana, o que favorece a diminuição do escoamento superficial; declividade acentuada das ruas, que facilita o afastamento das águas pluviais; e, a pouca ocupação das várzeas.

Quanto às demais informações técnicas relativas ao número de estruturas de drenagem, dimensões como extensão da rede, diâmetro das galerias, número de bocas-de-lobo, localização dos poços de visita, etc., estas não estão cadastradas ou disponíveis para consulta.

De acordo com relato do grupo executivo local, há pontos de inundação tanto na zona urbana, quanto na zona de chácaras e rural do município de Araçoiaba da Serra. Ainda, em decorrência da existência de muitas vias sem pavimentação, há problemas de assoreamento de lagos existentes na área urbana, pois, durante chuvas mais intensas, as águas pluviais que escoam superficialmente acabam descarregando muitos sedimentos nos corpos hídricos, lagos e córregos, além de acumular muitos sedimentos nas vias públicas.

Dentro dessa problemática, os pontos mais críticos existentes no município, relatados pela prefeitura municipal, para os quais, serão propostas soluções neste PMSB, estão relacionados no Quadro 2.1, na sequência, e, também, apresentados no Desenho 1505-RF-DRE-001, em anexo a este relatório.

Para facilitar a identificação dos pontos críticos, realizou-se neste PMSB a codificação para cada ponto. Assim, para cada localidade foi designada a sigla Bn, onde B é indicativo de bacia e n apenas um número sequencial de identificação 1,2,3, etc. Vale observar que, a maioria dos pontos se localiza na área urbana do município, no entanto, há também pontos em áreas de chácaras e até na área rural do município, desta forma, o presente PMSB contempla como área de projeto, não apenas a área urbana, mas todo o município de Araçoiaba da Serra.

Quadro 2.1 – Coordenadas de localização dos pontos de inundação no município de Araçoiaba da Serra.

Coordenada UTM*		Bacia/Córrego	Bairro/Endereço	Zona	Ocorrência	Bacia (*)
N	E					
7.398.332	233.249	Córrego Nho-Tô	Lago Mizue	Urbana	Inundação	B1
7.397.783	231.901	Córrego Vacariú	Jardim Flora/Rua Oswaldo E. Antunes	Residencial Mista	Inundação	B2
7.397.499	232.280	Córrego Vacariú	Jardim Flora/Ponte Ecológica	Residencial Mista	Inundação	B3
7.397.565	232.564	Córrego Vacariú	Lago da Garagem/Rua Benedito Antunes Ribeiro	Residencial Mista	Inundação	B4
7.397.669	232.705	Córrego Vacariú	Horta/Rua Angela T de Oliveira	Residencial Mista	Inundação	B5
7.397.792	232.940	Córrego Vacariú	Lago Municipal/Av Manoel Machado de Oliveira	Residencial Mista	Inundação	B6
7.397.352	232.904	sem nome	Várzea do Alvorada/Rua Manoela Augusta de Oliveira Bela	Residencial Mista	Inundação	B7
7.396.934	232.717	sem nome	Lago Alvorada/ Rua Benedito Antunes Ribeiro	Residencial Mista	Inundação	B8
7.398.069	233.394	Córrego Vacariú	Lago Municipal/Av. Manoel Vieira	Residencial Mista	Inundação	B9

Continua...

Coordenada UTM*		Bacia/Córrego	Bairro/Endereço	Zona	Ocorrência	Bacia (*)
N	E					
7.398.839	234.535	Córrego Poço Fundo	Horto Florestal/Av. Antonino Vieira do Amaral	Residencial Mista	Inundação	B10
7.399.809	235.260	Rio Verde	Estrada do Rio Verde	Residencial Mista	Inundação	B11
7.401.830	236.312	sem nome	ETE São Roque - Araçoiabinha	Residencial Mista	Inundação	B12
7.390.809	221.043	Rib. Jundiacanga	Estrada do Gataz	Chácaras	Inundação	B13
7.390.953	222.039	Rib. Jundiacanga	Fazenda D'Oeste	Chácaras	Inundação	B14
7.391.828	222.613	Rib. Jundiacanga	Terras Camapuã	Chácaras	Inundação	B15
7.396.246	236.492	Rib. Ipanema	B. Colinas II/Alamedas das Acácias	Chácaras	Inundação	B16
7.396.048	236.645	Rib. Ipanema	B. Colinas II/Alameda das Samambaias	Chácaras	Inundação	B17
7.398.791	228.502	Rib. Iperó	B. Farias/Estrada do Farias	Chácaras	Inundação	B18
7.400.794	226.328	Córego Iperó-Mirim	Divisa de Capela/Rod SP 268	Chácaras	Inundação	B19
7.388.762	218.025	Rio Sarapuí	Estrada Sarapuí-Campo do Meio*	Rural	Inundação	B20

Nota: (*) Codificação das bacias onde se encontram os pontos críticos de drenagem – vide Desenho 1505-RF-DRE-001 em anexo.

2.5. ELABORAÇÃO DE DIRETRIZES HIDROLÓGICAS

Em se tratando de drenagem urbana, o principal fator que influencia este sistema é a quantidade de área impermeabilizada no município, pois, o processo de urbanização, decorrente muitas vezes do crescimento populacional do município, diminui a capacidade de infiltração do solo, e, com isso, aumenta-se a vazão e a velocidade de escoamento superficial.

Devido a este fator, o presente PMSB recomenda que o município implemente a prática da definição de diretrizes para os empreendedores, assim como já ocorre com os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Para que isto ocorra de maneira adequada e eficiente, é necessário o desenvolvimento de um departamento que se responsabilize pelo gerenciamento do sistema de drenagem urbana e que consiga definir os pontos e condições de lançamento nos cursos de água.

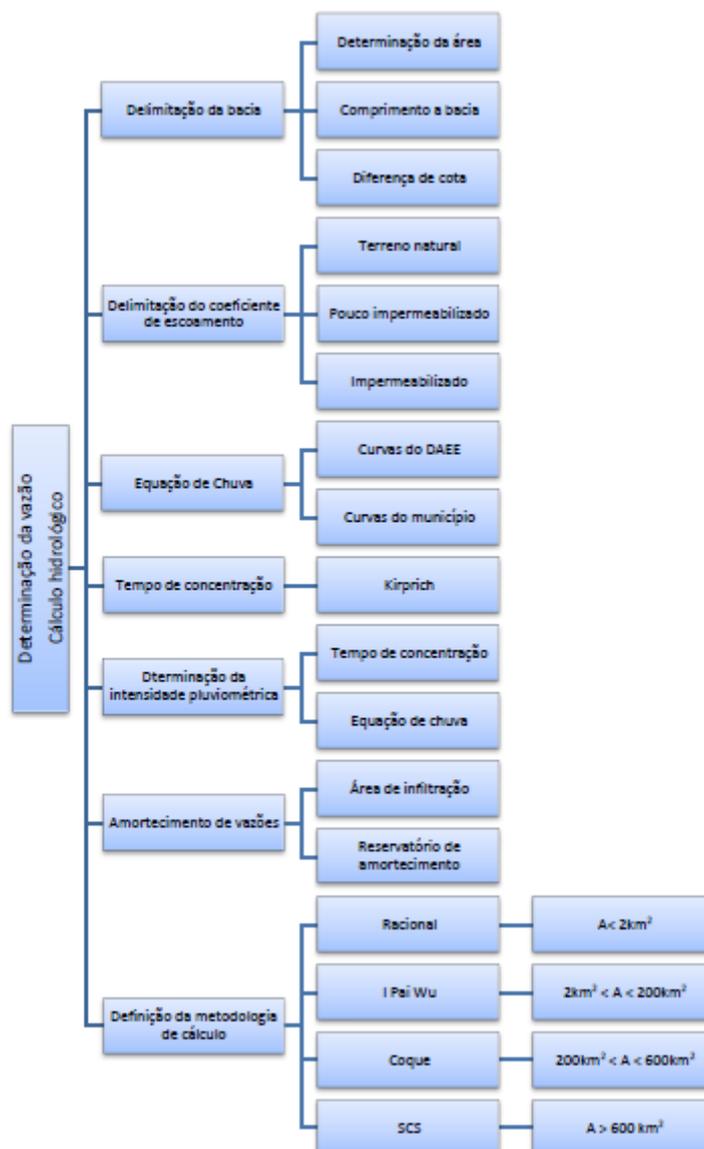
O DAEE disponibiliza a publicação “Precipitações Intensas no Estado de São Paulo”, a qual apresenta as equações de chuva que podem ser utilizadas para o dimensionamento de obras hidráulicas em geral, tais como: galerias de águas pluviais, canalizações de córregos, calhas de escoamento, bueiros, canais de irrigação e drenagem, vertedores de barragens. Além disso, o DAEE fornece também as diretrizes gerais para a elaboração de tais obras hidráulicas.

Utilizando os critérios apresentados pelo DAEE e as características físicas do local, como topografia, delimitação de bacia e impermeabilização do solo, consegue-se determinar as vazões que devem incidir sobre cada dispositivo hidráulico.

Outra ferramenta que pode auxiliar o município no gerenciamento do sistema de drenagem é a Lei Estadual nº 13.276/02, conhecida como lei das piscininhas, a qual determina as dimensões dos reservatórios de amortecimento para minimizar os picos de vazões.

Para sintetizar todos os pontos que devem ser verificados em estudos hidrológicos para a definição de vazões, o fluxograma da Figura 2.3 apresenta os principais itens referentes a hidrologia a serem analisados em um projeto de drenagem.

Figura 2.3– Fluxograma da metodologia dos cálculos hidrológicos.



2.6. CONSIDERAÇÕES REFERENTES AO SISTEMA EXISTENTE

De maneira geral, verifica-se que o município de Araçoiaba da Serra possui um sistema de drenagem com pouca abrangência e de forma desintegrada, não apresentando um sistema otimizado.

Assim, o primeiro passo a ser dado pelo município é a estruturação de um órgão gerenciador, que inicialmente desenvolva um cadastro do sistema existente, e, posteriormente, elabore estudos para a ampliação da abrangência e melhoria do sistema de drenagem como um todo.

A medida que se dispõe de informações organizadas, é possível fornecer diretrizes adequadas para a implantação de novos empreendimentos no

município, tais como loteamentos, bem como, fiscalizar o atendimento às diretrizes emitidas.

Somente com essas medidas, que possibilitarão o amplo conhecimento do sistema de drenagem do município, é possível que os gestores municipais possam tomar decisões mais assertivas em relação ao planejamento das ações que deverão ser desenvolvidas para melhoria e a ampliação do sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas de Araçoiaba da Serra.

3. PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA

Neste item apresenta-se o dimensionamento dos dispositivos propostos para atender as necessidades do município no que diz respeito aos problemas de drenagem existentes, que se configuram principalmente em pontos de alagamento. Para tal, considerou-se neste estudo, que os dispositivos propostos deverão ter capacidade para atender as demandas do município, em termos de macro e microdrenagem, no decorrer dos 30 anos de horizonte de projeto deste PMSB (2015-2045).

Como mencionado anteriormente neste relatório, não existe cadastro dos dispositivos de drenagem existentes no município, o que dificulta a estruturação de soluções e conduz a proposições de alternativas amplas, já que não se tem dados suficientes para variações de concepção. Por isso, pelo fato de não se dispor de informações detalhadas dos dispositivos, foram consideradas no dimensionamento das estruturas, as dimensões mínimas para atendimento da vazão determinada através dos cálculos hidrológicos.

As medidas adotadas para solucionar problemas de drenagem são classificadas em convencionais, que em geral contemplam obras estruturais, e em medidas compensatórias. Estas últimas reduzem o aumento do volume do escoamento superficial, provocado pela urbanização e respectiva impermeabilização, por meio de retenção das águas pluviais ou infiltração durante, ou, logo após o evento chuvoso.

Técnicas compensatórias de drenagem são aplicadas com a função de manter a capacidade de infiltração do solo ou recuperá-la. O objetivo é reduzir o escoamento superficial de áreas urbanas, cujo aumento é causado pela crescente impermeabilização do solo. Nesse sentido, bacias de retenção/retenção também podem ser utilizadas, pois amortecem as vazões de pico de cheia, logo, tem a função de restabelecer a infiltração no solo.

Para o controle e amortecimento de cheias em nível de bacia hidrográfica, somente a bacia de retenção/retenção se adequa, já que é dimensionada para receber, deter e liberar aos poucos o volume de escoamento superficial de uma cheia.

A unidade pode se situar na área urbana ou fora desta, à montante, evitando que o pico de cheia a atravesse, causando danos à população. Pode

ser diretamente construída no curso d'água ou em um reservatório construído em paralelo. Em alguns casos, é empregada uma estrutura de recalque para retornar as águas para o rio, passados os eventos de cheia.

Já as áreas críticas existentes no município de Araçoiaba da Serra, apresentam falhas em relação à microdrenagem, e ocorrem por causa das chuvas intensas, que dependendo da frequência podem ocorrer uma ou mais vezes por ano, tornando-se um problema corriqueiro. Nessas condições, a origem destes problemas provavelmente está na falta de estruturas hidráulicas em si, e quando da sua existência, em sistemas subdimensionados ou precários em questão de limpeza ou manutenção. É corriqueiro que pontos com ocorrência de inundações, após a limpeza da galeria, não apresentem mais estas ocorrências.

3.1. PROJEÇÕES DE DEMANDAS DE DRENAGEM

As demandas decorrem da determinação das vazões que correspondem à tipologia, à dimensão dos dispositivos hidráulicos, ao padrão construtivo e sua adequação às condições locais, incluídas a manutenção e a conservação. São todos esses fatores a considerar na proposição de soluções no tocante à micro e à macrodrenagem.

De forma geral, o objetivo da infraestrutura urbana em drenagem é efetuar o manejo das águas superficiais evitando danos à saúde pública e prejuízos às atividades econômicas, causados pelas inundações ou enxurradas dos pontos altos para os baixos da cidade.

Outra função importante é evitar o empoçamento das águas das chuvas, que podem favorecer a disseminação de enfermidades como a dengue, e que, já foram responsáveis no Brasil por agravar doenças como a febre amarela.

A condição ideal de uso do solo numa área urbana seria aquela em que as várzeas não fossem ocupadas, devido as suas características de inundação periódica. A manutenção ou acréscimo pouco significativo do grau de impermeabilização do solo, também seria o ideal, pois evitaria o escoamento superficial e favoreceria a recarga do aquífero freático.

Do contrário, com a impermeabilização do solo, ocorre o aumento do escoamento superficial, que chega mais rapidamente à rede hídrica, aumentando a frequência de cheia e a possibilidade de inundações. O exemplo mais evidente corresponde às várzeas, aqueles terrenos submetidos periodicamente a inundações, assim formados pelas cheias naturais de cursos d'água.

A proposição de um sistema e de suas unidades depende, então, desses pontos e também do conhecimento mais detalhado do relevo, por ser um elemento estruturante, lembrando que a coleta e afastamento de águas pluviais acontecem predominantemente por meio de escoamento livre. Assim, conhecer

o relevo é condição básica para propor e viabilizar o escoamento das águas pluviais por gravidade.

Já o tipo de urbanização condiciona as taxas de impermeabilização, bem como, a coleta de águas pluviais de forma que o volume do escoamento superficial no futuro aumentaria caso não se garantisse a continuidade da infiltração das águas de chuva no solo.

Enfim, quanto ao aspecto institucional, gestão e instrumentos legais, constituem o último fator a propor e a analisar. Todos esses pontos compõem o conjunto de adequação de soluções.

Na proposição de condicionantes que influenciam a drenagem urbana estão:

- Clima: regime de chuvas intensas e sazonalidade;
- Rede hídrica: forma, distribuição, regime hídrico e hidráulico;
- Solo: geologia, pedologia e relevo, são fatores que condicionam a capacidade de infiltração.
- Uso e ocupação do solo e nível de impermeabilização dos terrenos;
- Ocupação marginal dos corpos drenante e receptores;
- Padrão viário, vias primárias, secundárias etc.

Dentre estes, os condicionantes físicos foram descritos na etapa de diagnóstico, e, apontados na planta de bacias dos cursos de água (Desenhos 1505-RF-DRE-001, em anexo). Já a ocupação do solo está diretamente ligada à projeção de população, pois com o aumento da mesma, a impermeabilização do solo também aumenta, bem como, a infraestrutura. O estudo populacional realizado no presente PMSB se encontra disponível no Relatório I, onde, constatou-se que a população do município passará dos 31.058 habitantes, em 2015, para 53.198 habitantes em 2045, em termos de população fixa.

As proposições de drenagem urbana dividem-se basicamente em dois tipos de medidas: corretivas, visando corrigir os danos e prejuízos causados pelas inundações e empoçamento das águas realizando a adequação dos pontos críticos e medidas preventivas propondo a não ocupação de várzeas quando estas existirem e ainda estiverem não ocupadas.

Podem ainda ser divididas em medidas: estruturais, quando modificam o sistema fluvial evitando prejuízos decorrentes das enchentes; e não estruturais, quando os prejuízos são reduzidos pela melhor convivência da população com as enchentes.

A deficiência encontrada quanto à sistematização de dados cadastrais a cerca das estruturas hidráulicas em drenagem urbana, também tem sua causa, em parte, devido à falta de uma norma brasileira que tratasse das mesmas, seja micro ou macrodrenagem.

Na realidade são mencionadas somente normas referentes a tubos de concreto, mas não há uma padronização ou requerimentos mínimos quanto a

procedimentos de cálculo, dimensionamento, etc. Dessa forma, são encontradas estruturas hidráulicas razoavelmente diferentes, mas que possuem o mesmo objetivo.

Isso fica evidente na concepção dos projetos de canais ou travessias aéreas, como pontes, que sofrem com essa falta de padronização metodológica, o que leva a resultados bastante díspares. Parte deste problema é devido a pouca informação sobre dados hidrológicos e a falta de medições fluviométricas.

Este fato impossibilita a utilização de dados reais através de estudos probabilístico, forçando os projetistas a utilizarem modelos de cálculos genéricos que em muitos casos superestimam os resultados devido à falta de informação.

Além dos problemas de dados referentes a vazões e precipitações, há um grande déficit de dados cartográficos que dificultam o dimensionamento, já que um dos dados de entrada para dimensionamento das vazões é a delimitação das bacias, e, geralmente as plantas cartográficas possuem escalas elevadas ou levantamentos antigos, o que também prejudica a precisão dos cálculos.

Além disso, muitas vezes são tomadas decisões somente considerando condicionantes locais, o que dificulta a articulação de ações e empreendimentos em nível de bacia hidrográfica, a unidade territorial mais adequada. A partir de todos esses condicionantes são analisadas e propostas neste item, as medidas estruturais ou não estruturais, que visam dar um destino correto às águas pluviais de Araçoiaba da Serra.

3.2. METODOLOGIA DOS CÁLCULOS HIDROLÓGICOS

Para estudar as vazões de ocorrência em cada região e contrapor esses cálculos com as áreas em questão, é necessária a realização de cálculos hidrológicos, nos quais, devem ser levadas em conta as características da região em estudo.

Assim, apresenta-se na sequência, a equação de chuva adotada e os métodos de cálculos utilizados para a determinação das vazões de projeto para os pontos críticos de alagamento existente no município de Araçoiaba da Serra, apontados no Quadro 2.1, no item 2.4.2 do Diagnóstico.

3.3. CRITÉRIOS DE DIMENSIONAMENTO

Quando o curso de água não apresenta série histórica, é necessária a utilização de métodos sintéticos para determinar as vazões na região desejada. Os métodos sintéticos devem atender aos seguintes critérios segundo o DAEE:

- Racional: Área < 2,0 Km²
- I Pai Wu: 2,0 Km² < Área < 200 Km²
- Prof. Kokei Uehara: 200 Km² < Área < 600 Km²

- Hidrograma Unitário: Área > 600 Km²

3.3.1. DETERMINAÇÃO DO TEMPO DE CONCENTRAÇÃO - TC

O tempo de concentração da chuva é determinado pela equação Kirpich:

$$t_c = 57 \left(\frac{L^3}{\Delta H} \right)^{0,385}$$

Onde:

t_c = Tempo de concentração (min);

L = Comprimento do Talvegue principal (km);

ΔH = Desnível entre o divisor da bacia e a seção de interesse (m).

Critério de tempo de concentração mínimo segundo DER para as seguintes condições:

- bueiros de talvegue: 10 minutos;

- valetas de proteção: 5 ou 10 minutos, em função da área externa.

3.3.2. INTENSIDADE DA CHUVA - I

Para o cálculo da Intensidade de Chuva utilizou-se a equação de chuva de Tatuí (Fonte: DAEE) e um período de Retorno (T) variando de 25, 50 e 100 anos (para esta equação o tempo de concentração deve ser igual ou inferior a 60 min).

Onde:

$$i_{t,T} = 19,7523 (t+20)^{-0,7872} + 5,5111(t+20)^{-0,7609} \cdot [-0,4766 - 0,8977 \ln \ln(T/T-1)]$$

t_c = tempo de concentração em minutos;

T = Período de retorno em anos.

3.3.3. PERÍODO DE RETORNO

O período de retorno utilizado na determinação da vazão de projeto e, conseqüentemente, no dimensionamento do dispositivo de drenagem, deve ser fixado em função dos seguintes critérios.

Tempos de recorrência a serem adotados:

- a) para dispositivos de drenagem superficial, TR = 10 anos;
- b) para bueiros e canalizações de talvegues:
 - em área urbana ou de expansão urbana, TR = 100 anos;
 - em área rural, TR = 25 anos, com verificação para TR = 100 anos;
- c) para bueiros de talvegue existentes, TR = 25 anos com verificação para 100 anos;
- d) para talvegues secos, TR = 25 anos.

Fonte: DAEE.

3.4. MÉTODOS UTILIZADOS PARA DETERMINAÇÃO DE VAZÕES

Segundo a metodologia descrita anteriormente, determinou-se as vazões para os pontos críticos de alagamentos existentes no município, identificados e apresentados na etapa de diagnóstico deste PMSB.

Utilizando o critério de área para definição de metodologia de cálculo, verifica-se que os pontos problemáticos existentes no município apresentam bacias com áreas entre 0 e 200 km², desta forma, foram utilizadas para a determinação das vazões os métodos Racional e I-Pai-Wu.

3.4.1. MÉTODO RACIONAL

O método racional é largamente utilizado na determinação da vazão máxima de projeto para bacias pequenas (< 2,0 km²). Os princípios básicos desta metodologia consideram a precipitação intensa de projeto igual ao tempo de concentração.

Em bacias pequenas, as condições mais críticas ocorrem devido a precipitações convectivas que possuem pequena duração e grande intensidade. Para avaliar o uso e ocupação do solo, adota-se um coeficiente único de perdas (coeficiente de runoff), denominado C, estimado com base nas características da bacia, e que, não avalia o volume da cheia e a distribuição temporal das vazões.

Quadro 3.1 – Coeficientes de runoff recomendados.

Ocupação do solo	Valores de C	
	Mínimo	Máximo
Área totalmente Urbanizada	0,50	1,00
Área parcialmente urbanizada	0,35	0,50
Área predominantemente de plantações	0,20	0,35

Fonte: DAEE.

Para realizar a determinação da vazão de uma bacia através do método racional utiliza-se a seguinte formulação:

$$Q = 0,1667 \cdot C \cdot i \cdot A$$

Onde:

Q = vazão (m³/s);
C = coeficiente de runoff (adimensional);
I = intensidade de chuva (mm/min);
A = área da bacia (ha)

3.4.2. MÉTODO I-PAI- WU

O método de I-Pai-Wu constitui-se num aprimoramento do Método Racional, levando-se em consideração a distribuição espacial das chuvas na bacia considerada. Os fatores adicionais a serem considerados na Fórmula Racional são: armazenamento da bacia, distribuição espacial da chuva e forma da bacia hidrográfica.

A expressão básica para aplicação do Método I-Pai-Wu é:

$$Q = 0,278 * C * I * A^{0,9} * K$$

Onde:

Q = vazão de cheia (m³/s);
C = coeficiente de escoamento superficial (adimensional);
I = intensidade da chuva crítica (mm/h);
A = área da bacia de contribuição (Km²);
K = coeficiente de distribuição espacial da chuva (adimensional).

Coeficiente de Escoamento (C)

$$C = [(2/(1+F)) * (C_2/C_1)]$$

Onde:

C = coeficiente de escoamento;
C₁ = coeficiente de forma;
C₂ = coeficiente volumétrico de escoamento;
F = fator de forma.
C₁ = 4/(2+F)

O Fator de Forma

O fator de forma é dado pela expressão:

$$F = L / (2 * (A * p)^{0,5})$$

Onde;

L: comprimento do talvegue (Km);
A: área de contribuição (Km²).

O grau de impermeabilização do solo mostra a evolução do uso e da ocupação da área em estudo, uma vez que o critério considera, segundo Quadro 3.3, a seguir, os seguintes tipos de uso do solo (Quadro 3.2).

Quadro 3.2- Grau de impermeabilização do solo em função do uso.

Grau de impermeabilidade do solo	Cobertura ou tipo de solo	Uso do solo ou grau de urbanização
Baixo	Com vegetação rala e/ou esparsa.	Zonas verdes não urbanizadas
	Solo arenoso e seco.	
	Terrenos cultiváveis.	
Médio	Terrenos com manto fino de material poroso.	Zona residencial com lotes amplos (maior que 1000 m ²)
	Solos com pouca vegetação.	Zona residencial rarefeita
	Gramados amplos.	
	Declividades médias.	
Alta	Terrenos pavimentados.	Zona residencial com lotes pequenos (100 a 1000 m ²)
	Solos argilosos.	
	Terrenos rochosos estéreis ondulados.	
	Vegetação quase inexistente.	

Fonte: DAEE.

Quadro 3.3- Coeficiente de escoamento C₂.

Grau de impermeabilidade da superfície	Coeficiente C ₂
Baixo	0.3
Médio	0.5
Alto	0.8

Fonte: DAEE.

Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K)

O Coeficiente de Distribuição Espacial da Chuva (K) é função da área de drenagem (Km²) e do tempo de concentração (horas), e é obtido de maneira gráfica (Figura 3.1):

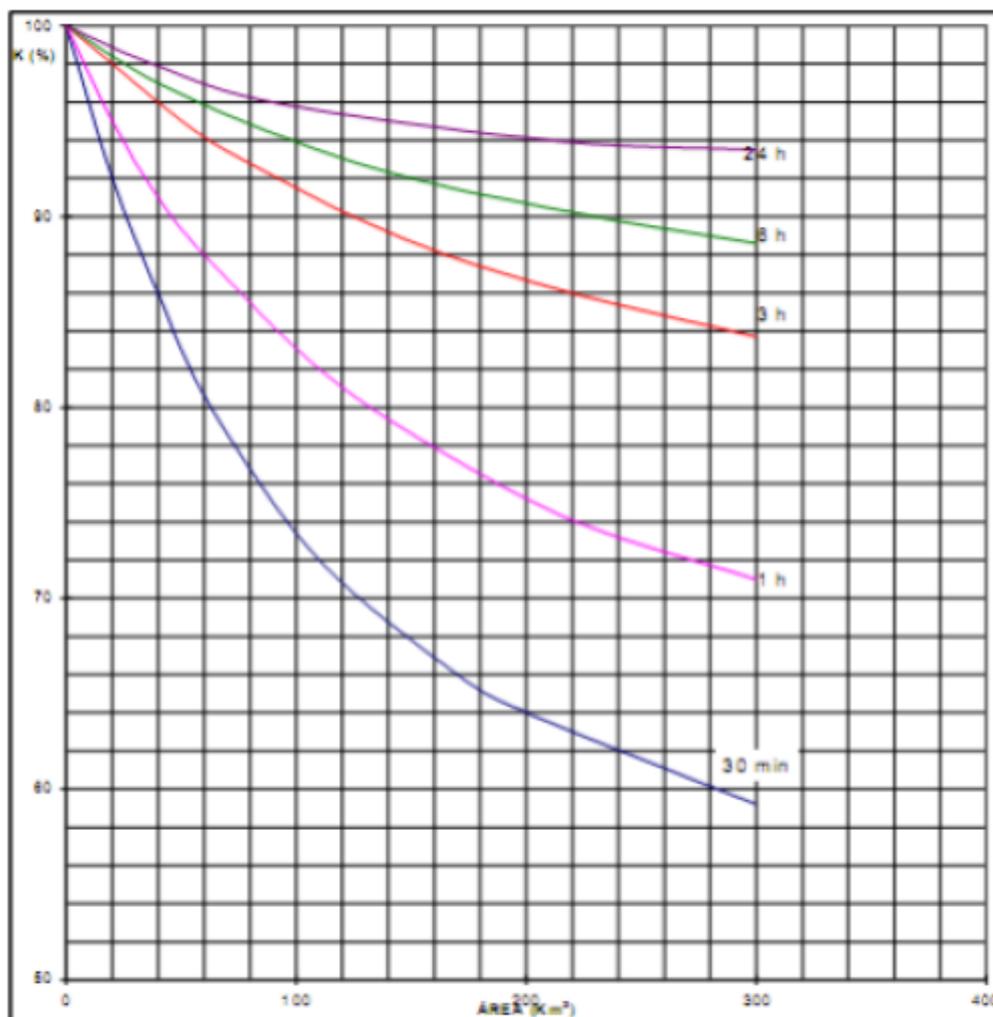


Figura 3.1- Ábaco para determinação do coeficiente de escoamento K.

Vazões de Cheia e Vazão Máxima de Projeto

$$Q = 0,278 \cdot C \cdot I \cdot A_{0,9} \cdot K$$

Onde:

- Q = vazão de pico (m³/s);
- I = intensidade de chuva (mm/h);
- K = adimensional;
- C = adimensional.

Vazão Máxima de Projeto

A Vazão Máxima de Projeto é dada pela somatória da vazão de cheia com a vazão de base. O valor da vazão de base é de 10% da vazão de cheia, segundo a expressão:

$$Q_p = Q + Q_b$$

Onde:

$$Q_b = 0,10 \cdot Q$$

Onde:

Q = vazão de cheia (m³/s);

Q_b = vazão de base (m³/s);

Q_p = vazão máxima de projeto (m³/s).

3.4.3. VAZÕES DE PROJETO OBTIDAS

A seguir, no Quadro 3.4, apresenta-se as vazões de projeto obtidas para os pontos críticos de alagamento existente no município. Para facilitar a apresentação dos dimensionamentos de cada trecho, estes estão codificados assim: para cada localidade foi designada a sigla B_n, onde B é indicativo de bacia e n é um número sequencial 1,2,3, etc.

Os pontos correspondentes as Bacias 19 e 20, são pontos que, respectivamente, se localizam na divisa do município de Araçoiaba da Serra com o município de Capela do Alto, no Rio Iperó Mirim, e, com o município de Sarapuí, no Rio Sarapuí. Desta forma, soluções para mitigação dos problemas nestes pontos necessitam de ações mais amplas, e, por isso, devem ser avaliadas em conjunto com os municípios envolvidos, ou no comitê de bacias regional.

Bacia	TR	Área (km ²)	Comprimento L (Km)	Coef. C ₂	Desnível médio (m)	Tempo Conc. (min)	Vazão de Projeto		Método de Cálculo
							i (mm/min)	Qp (m ³ /s)	
B1	25	1.76	2.46	0.50	75	30.61	1.566	23.01	Racional
	50						1.742	25.59	
	100						1.916	28.15	
B2	25	1.18	2.05	0.50	81	24.08	1.743	17.11	Racional
	50						1.939	19.02	
	100						2.132	20.92	
B3	25	0.36	0.53	0.50	2	20.78	1.852	5.50	Racional
	50						2.059	6.12	
	100						2.264	6.73	
B4	25	0.63	0.32	0.50	10	6.21	2.609	13.67	Racional
	50						2.899	15.19	
	100						3.187	16.69	
B5	25	0.18	0.23	0.50	5	5.53	2.663	4.05	Racional
	50						2.959	4.50	
	100						3.252	4.95	
B6	25	0.21	0.29	0.50	2	10.48	2.321	4.16	Racional
	50						2.580	4.62	
	100						2.836	5.08	

Continua...

Bacia	TR	Área (km ²)	Comprimento L (Km)	Coef. C ₂	Desnível médio (m)	Tempo Conc. (min)	Vazão de Projeto		Método de Cálculo
							i (mm/min)	Qp (m ³ /s)	
B7	25	0.96	1.64	0.50	84	18.39	1.941	15.53	Racional
	50						2.158	17.27	
	100						2.373	18.99	
B8	25	0.79	1.54	0.50	86	16.83	2.004	13.24	Racional
	50						2.228	14.72	
	100						2.450	16.18	
B9	25	1.35	1.80	0.50	18	37.03	1.427	16.08	Racional
	50						1.588	17.89	
	100						1.747	19.68	
B10	25	1.65	2.34	0.50	30	41.15	1.352	18.59	Racional
	50						1.504	20.68	
	100						1.655	22.76	
B11	25	6.33	4.51	0.50	59	67.61	1.023	47.99	I Pai Wu
	50						1.139	53.38	
	100						1.254	58.74	
B12	25	0.13	0.49	0.50	36	6.29	2.604	2.92	Racional
	50						2.893	3.24	
	100						3.180	3.56	

Continua...

Bacia	TR	Área (km ²)	Comprimento L (Km)	Coef. C ₂	Desnível médio (m)	Tempo Conc. (min)	Vazão de Projeto		Método de Cálculo
							i (mm/min)	Qp (m ³ /s)	
B13	25	8.07	5.42	0.50	102	67.65	1.023	23.46	I Pai Wu
	50						1.138	26.15	
	100						1.253	28.81	
B14	25	2.29	2.40	0.50	60	32.46	1.523	12.10	I Pai Wu
	50						1.694	13.47	
	100						1.864	14.84	
B15	25	14.35	6.80	0.50	80	96.61	0.819	34.34	I Pai Wu
	50						0.913	38.28	
	100						1.005	42.19	
B16	25	5.04	5.29	0.50	85	70.55	0.819	12.88	I Pai Wu
	50						0.913	14.35	
	100						1.005	15.82	
B17	25	32.14	8.09	0.50	95	110.45	0.819	100.05	I Pai Wu
	50						0.913	111.44	
	100						1.005	122.74	
B18	25	37.49	11.87	0.50	110	162.47	0.819	89.73	I Pai Wu
	50						0.913	100.00	
	100						1.005	110.18	

3.4.4. METODOLOGIA DE CÁLCULO DOS DISPOSITIVOS HIDRÁULICOS

A partir do levantamento das vazões de pico para cada área sujeita a alagamento no município de Araçoiaba da Serra, foi possível realizar o dimensionamento dos dispositivos hidráulicos necessários para evitar ou prevenir os problemas provenientes de drenagem.

a) Critérios de Velocidade

O Quadro 3.5, na sequência, traz os limites de velocidades indicados para os diferentes tipos de canais:

Quadro 3.5 - Limites de velocidades para os canais.

Material de Revestimento	Velocidade máxima (m/s)
Concreto, pedra argamassada ou gabião tipo caixa	6.0
Gabião tipo manta	3.0
Grama em placas	1.6

Fonte: DER.

Devem ser verificadas as condições de velocidade, as quais devem estar entre 0,80 m/s e 6,00 m/s, exceto no trecho final, no qual a velocidade máxima deve ser inferior a 4,50 m/s.

b) Coeficientes de Manning

Os coeficientes de rugosidade (Manning) a serem adotados devem ser os seguintes:

- Bueiros tubulares de concreto $n = 0,015$;
- Bueiros celulares e ovoides de concreto $n = 0,018$;
- Canais revestidos de concreto $n = 0,018$;
- Canais revestidos de pedra argamassada $n = 0,025$;
- Canais revestidos de gabiões tipo colchão reno $n = 0,027$;
- Canais revestidos de gabiões tipo caixa $n = 0,029$;
- Canais sem revestimento $n = 0,030$.

c) Dimensionamento dos Tubos e Galerias

O dimensionamento dos tubos e galerias foi realizado utilizando a Equação de Manning:

$$Q = \frac{1}{\eta} S_h R_h^{2/3} I_o^{0,5}$$

Onde:

N = Coeficiente de rugosidade de Manning;

I_o = Declividade do canal;

S_h = Área molhada;

P_h = Perímetro molhado.

R_h = Raio hidráulico: $R_h = S_h / P_h$

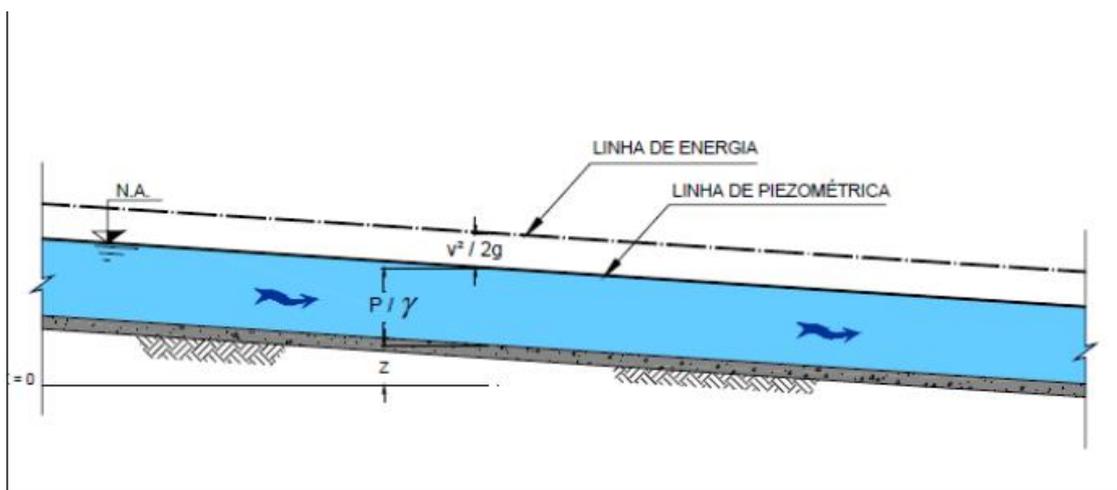


Figura 3.2 - Esquema de canal em escoamento livre.

Fonte: DER.

Para as galerias (aduelas de concreto celular), têm-se as seguintes equações para determinação da área molhada e do raio hidráulico:

$$S_h = y(b + yz) \quad e \quad P_h = b + 2y\sqrt{1 + z^2}$$

b = largura da base;

y = altura da lâmina d'água;

z = inclinação das paredes que para esta situação é igual a zero.

Devem ser respeitadas também as seguintes condições:

Altura livre mínima igual a 20% da lâmina líquida;

Velocidade máxima de escoamento igual a 6 m/s.

Para o dimensionamento dos tubos de concreto, têm-se as seguintes equações: para determinação da área molhada, perímetro molhado e do raio hidráulico:

$$S_h = \phi \left((\alpha \cdot \text{sen}(\alpha)) \frac{1}{8} \right); \quad P_h = (\alpha \cdot \phi) \frac{1}{2}; \quad R_h = \frac{S_h}{P_h}$$

Onde:

ϕ = Diâmetro da Tubulação;

α = ângulo do centro do tubo com o nível Máximo (y) d'água dentro do tubo.

Para a determinação de y, utiliza-se a seguinte equação:

$$y = S_h \left(\left(1 - \cos\left(\frac{\alpha}{2}\right) \right) \right) \frac{1}{2}$$

Devem ser respeitadas também as seguintes condições:

Altura livre mínima igual a 20% da lâmina líquida;

Velocidade máxima de escoamento igual a 6 m/s.

Utilizando os critérios descritos acima e o cálculo de vazão para os pontos de alagamento, dimensionou-se o tamanho mínimo dos dispositivos para atender as vazões estudadas para os períodos de 25, 50 e 100 anos, conforme mostra o Quadro 3.6, a seguir.

Quadro 3.6 - Dimensionamento dos dispositivos de drenagem para as áreas de alagamento em Araçoiaba da Serra.

Bacia	TR (anos)	Dimensões (m)	Declividade I (%)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade v (m/s)	Lâmina (m)	Borda Livre (m)	Altura Mínima (m)	Altura Adotada (m)	Observações
B1	25	3.0x2.5	0.5%	23.01	4.16	1.85	0.37	2.22	2.5	n=0,015
	50		0.5%	25.59	4.26	2	0.4	2.40		n=0,015
	100		0.5%	28.15	4.35	2.16	0.432	2.59		n=0,015
B2	25	2.5x2.5	0.5%	17.11	3.84	1.78	0.356	2.14	2.5	n=0,015
	50		0.5%	19.02	3.93	1.94	0.388	2.33		n=0,015
	100		0.5%	20.92	4.00	2.09	0.418	2.51		n=0,015
B3	25	ø 2,0	0.5%	5.50	3.09	1.10	0.22	1.32	2.0	n=0,015
	50		0.5%	6.12	3.17	1.18	0.236	1.42		n=0,015
	100		0.5%	6.73	3.23	1.26	0.252	1.51		n=0,015
B4	25	2.5x2.5	0.5%	13.67	3.65	1.5	0.3	1.80	2.5	n=0,015
	50		0.5%	15.19	3.74	1.62	0.324	1.94		n=0,015
	100		0.5%	16.69	3.82	1.75	0.35	2.10		n=0,015
B5	25	ø 2.0	0.5%	4.05	2.86	0.92	0.184	1.10	2.0	n=0,015
	50		0.5%	4.50	2.94	0.98	0.196	1.18		n=0,015
	100		0.5%	4.95	3.01	1.04	0.208	1.25		n=0,015
B6	25	ø 2.0	0.5%	4.16	2.88	0.94	0.188	1.13	2.0	n=0,015
	50		0.5%	4.62	2.96	0.99	0.198	1.19		n=0,015
	100		0.5%	5.08	3.03	1.06	0.212	1.27		n=0,015

Continua...

Bacia	TR (anos)	Dimensões (m)	Declividade I (%)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade v (m/s)	Lâmina (m)	Borda Livre (m)	Altura Mínima (m)	Altura Adotada (m)	Observações
B7	25	2.5x2.5	0.5%	15.53	3.76	1.65	0.33	1.98	2.5	n=0,015
	50		0.5%	17.27	3.85	1.8	0.36	2.16		n=0,015
	100		0.5%	18.99	3.92	1.94	0.388	2.33		n=0,015
B8	25	2.5x2.5	0.5%	13.24	3.62	1.46	0.292	1.75	2.5	n=0,015
	50		0.5%	14.72	3.71	1.59	0.318	1.91		n=0,015
	100		0.5%	16.18	3.79	1.71	0.342	2.05		n=0,015
B9	25	2.5x2.5	0.5%	16.08	3.79	1.7	0.34	2.04	2.5	n=0,015
	50		0.5%	17.89	3.88	1.85	0.37	2.22		n=0,015
	100		0.5%	19.68	3.95	1.99	0.398	2.39		n=0,015
B10	25	3.0x2.5	0.5%	18.59	3.95	1.57	0.314	1.88	2.5	n=0,015
	50		0.5%	20.68	4.05	1.7	0.34	2.04		n=0,015
	100		0.5%	22.76	4.14	1.83	0.366	2.20		n=0,015
B11	25	Dupla 3.0x3.0	0.5%	47.99	4.2	1.91	0.382	2.29	3.0	n=0,015
	50		0.5%	53.38	4.3	2.07	0.414	2.48		n=0,015
	100		0.5%	58.74	4.39	2.23	0.446	2.68		n=0,015
B12	25	ø 1.5	0.5%	2.92	2.63	0.9	0.18	1.08	1.5	n=0,015
	50		0.5%	3.24	2.69	0.97	0.194	1.16		n=0,015
	100		0.5%	3.56	2.74	1.04	0.208	1.25		n=0,015

Continua...

Bacia	TR (anos)	Dimensões (m)	Declividade I (%)	Vazão (m ³ /s)	Velocidade v (m/s)	Lâmina (m)	Borda Livre (m)	Altura Mínima (m)	Altura Adotada (m)	Observações
B13	25	3.0x3.0	0.5%	23.46	4.17	1.87	0.374	2.24	3.0	n=0,015
	50		0.5%	26.15	4.28	2.04	0.408	2.45		n=0,015
	100		0.5%	28.81	4.37	2.2	0.44	2.64		n=0,015
B14	25	2.5x2.0	0.5%	12.10	3.55	1.36	0.272	1.63	2.0	n=0,015
	50		0.5%	13.47	3.64	1.48	0.296	1.78		n=0,015
	100		0.5%	14.84	3.72	1.6	0.32	1.92		n=0,015
B15	25	Dupla 3.0x3.0	0.5%	34.34	3.87	1.48	0.296	1.78	3.0	n=0,015
	50		0.5%	38.28	3.98	1.6	0.32	1.92		n=0,015
	100		0.5%	42.19	4.07	1.73	0.346	2.08		n=0,015
B16	25	2.5x2.0	0.5%	12.88	3.6	1.43	0.286	1.72	3.0	n=0,015
	50		0.5%	14.35	3.69	1.55	0.31	1.86		n=0,015
	100		0.5%	15.82	3.77	1.68	0.336	2.02		n=0,015
B17	25	Tripla 3.5x3.0	0.5%	100.05	4.56	2.09	0.418	2.51	3.0	n=0,015
	50		0.5%	111.44	4.68	2.27	0.454	2.72		n=0,015
	100		0.5%	122.74	4.78	2.45	0.49	2.94		n=0,015
B18	25	Tripla 3.5x3.0	0.5%	89.73	4.45	1.92	0.384	2.30	3.0	n=0,015
	50		0.5%	100.00	4.56	2.09	0.418	2.51		n=0,015
	100		0.5%	110.18	4.66	2.25	0.45	2.70		n=0,015

3.5. CARACTERÍSTICAS DOS PONTOS DE ALAGAMENTO

O Quadro 3.7, traz um resumo das principais características dos dispositivos propostos para os pontos de alagamento no município de Araçoiaba da Serra, de modo a corrigir e minimizar os problemas de drenagem nos referidos locais. Ainda, na sequência, são apresentadas imagens de satélite (Google Earth) com a localização dos pontos em cada uma das bacias.

Quadro 3.7 – Resumo das intervenções a serem executadas nos pontos de alagamento.

Bacia	Diâmetro (m)	Comprimento (m)
B1	3.0X2.5	11
B2	2.5X2.5	16
B3	Ø2.0	14
B4	2.5X2.5	15
B5	Ø2.0	-
B6	Ø2.0	30
B7	2.5X2.5	-
B8	2.5X2.5	22
B9	2.5X2.5	35
B10	3.0X2.5	12
B11	Dupla 3.0X3.0	15
B12	Ø1.5	12
B13	3.0X3.0	23
B14	2.5X2.0	18
B15	Dupla 3.0X3.0	12
B16	2.5X2.0	12
B17	Tripla 3,5x3,0	14
B18	Tripla 3,5x3,0	8
B19	-	36
B20	-	22

- Ponto na Bacia 01 - Comprimento da tubulação = 11,0 metros.



Figura 3.3 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B1.



Figura 3.4 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B1.

- Ponto na Bacia 02 - Comprimento da tubulação = 16,0 metros.



Figura 3.5 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B2.

- Ponto na Bacia 03 - Comprimento da tubulação = 14,0 metros.

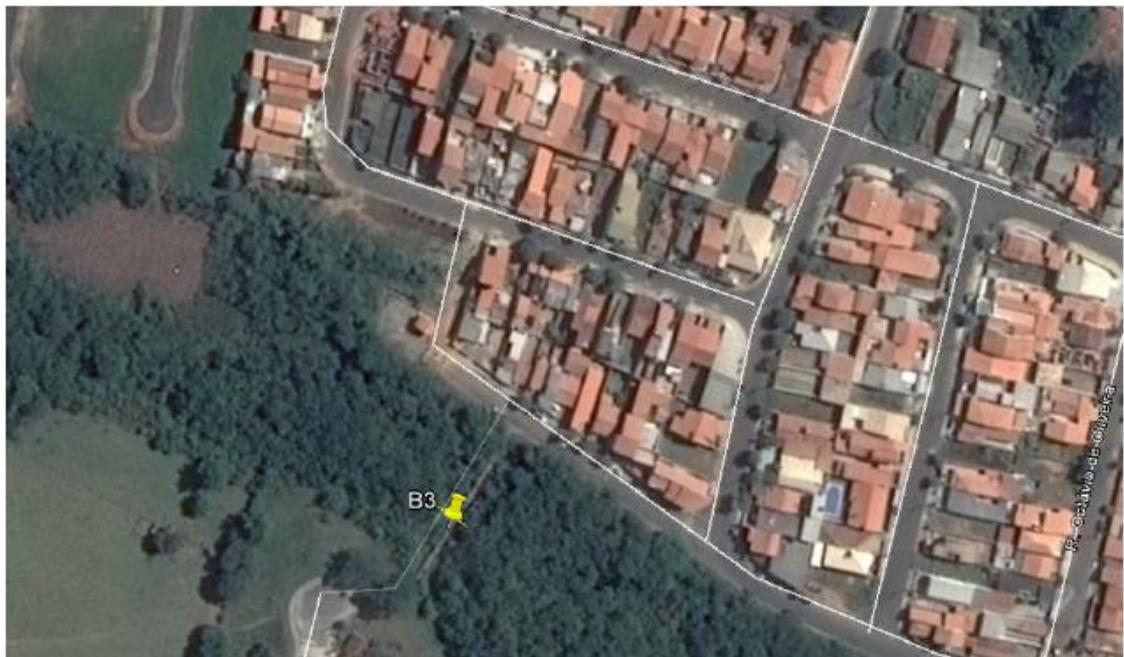


Figura 3.6 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B3.

- Ponto na Bacia 04 - Comprimento da tubulação = 15,0 metros.

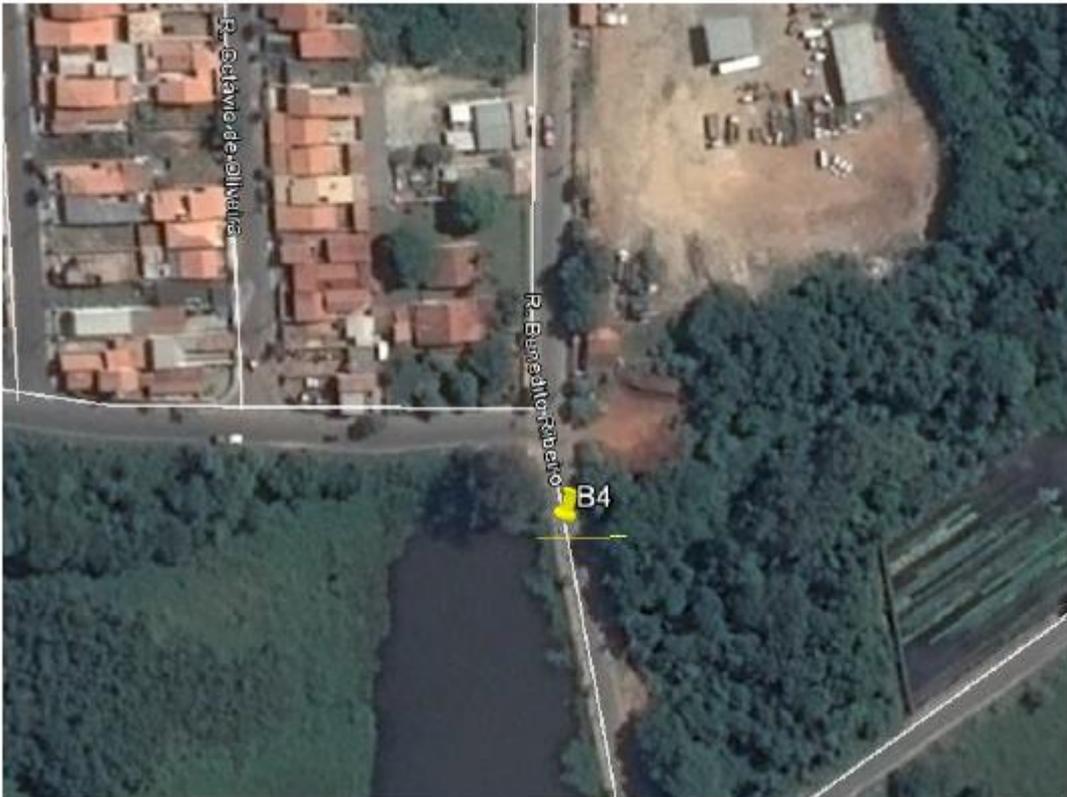


Figura 3.7 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B4.



Figura 3.8 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B4.



Figura 3.11 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B6.

- Ponto na Bacia 07 - Comprimento da tubulação = indefinido.



Figura 3.12 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B7.

- Ponto na Bacia 08 - Comprimento da tubulação = 22 metros.



Figura 3.13 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B8.

- Ponto na Bacia 09 - Comprimento da tubulação = 35 metros.



Figura 3.14 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B9.



Figura 3.15 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B9.

- Ponto na Bacia 10 - Comprimento da tubulação = 12 metros.



Figura 3.17 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B10.

- Ponto na Bacia 11 - Comprimento da tubulação = 15 metros

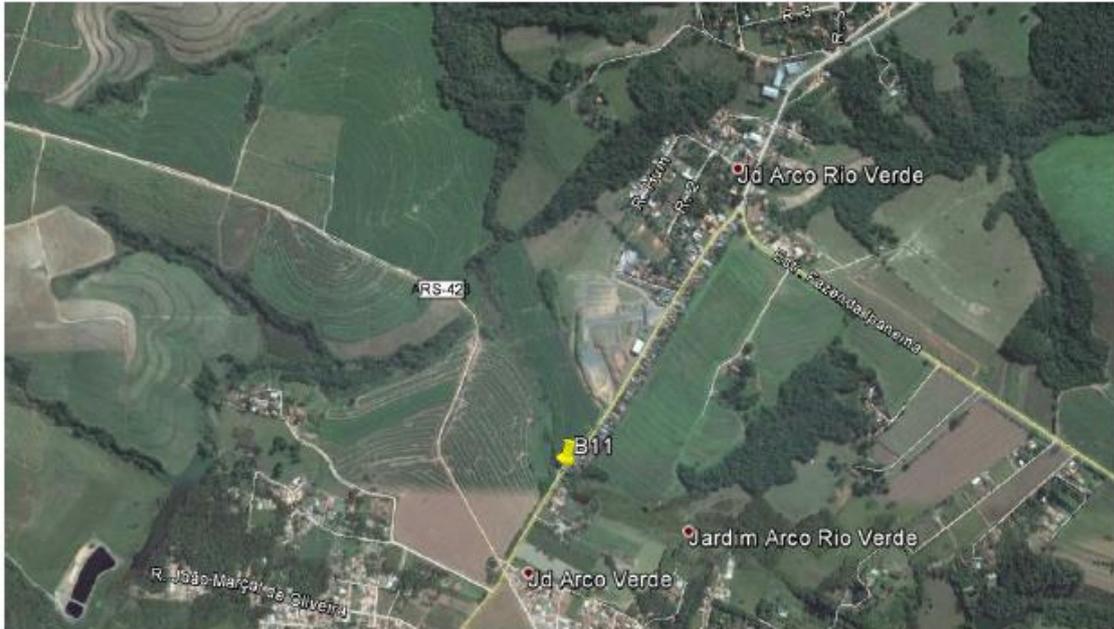


Figura 3.18 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B11.



Figura 3.19 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B11.

- Ponto na Bacia 12 - Comprimento da tubulação= 12 metros.



Figura 3.20 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B12.

- Ponto na Bacia 13 - Comprimento da tubulação = 23 metros

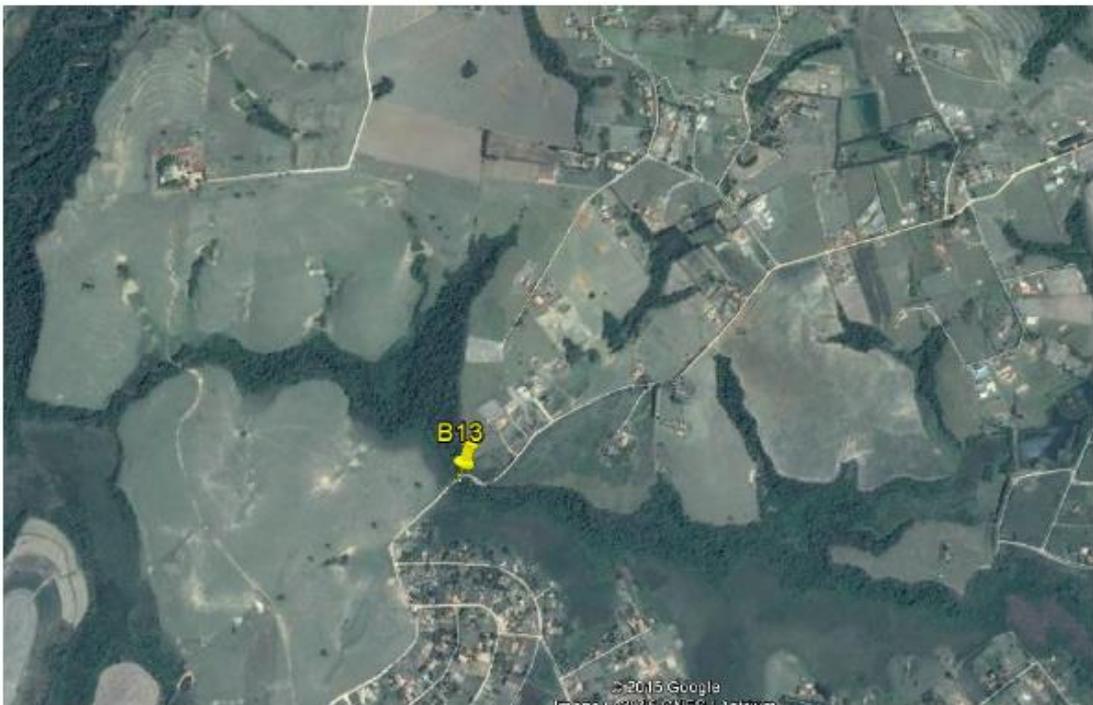


Figura 3.21 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B13.

- Ponto na Bacia 14 - Comprimento da tubulação = 18 metros.



Figura 3.22 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B14.

- Ponto na Bacia 15 - Comprimento da tubulação = 12 metros.

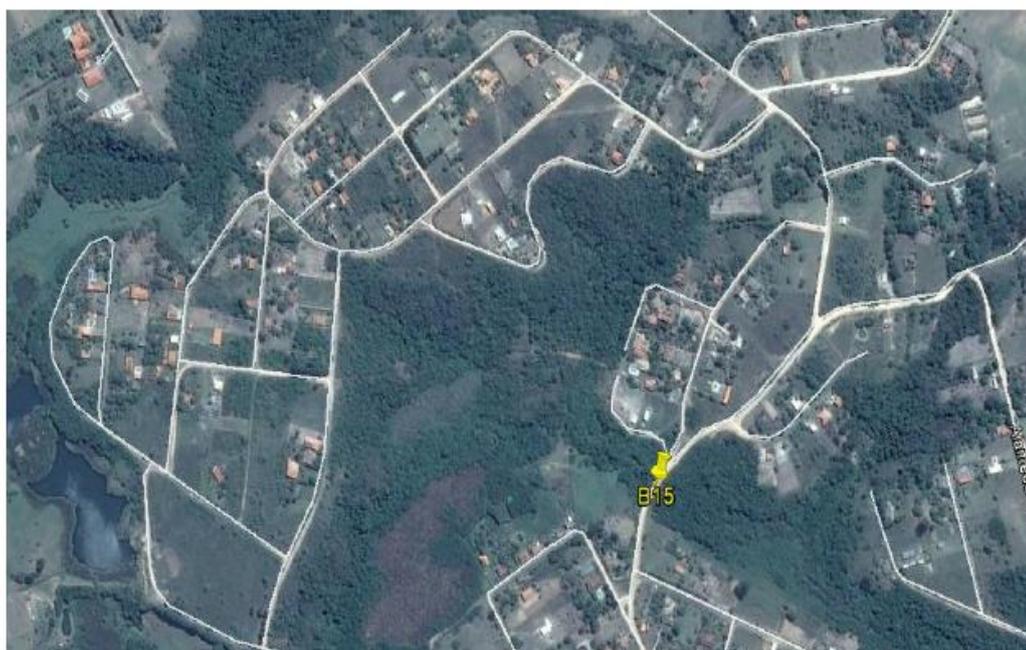


Figura 3.23 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B15.

- Ponto da Bacia 16 - Comprimento da tubulação = 12 metros.

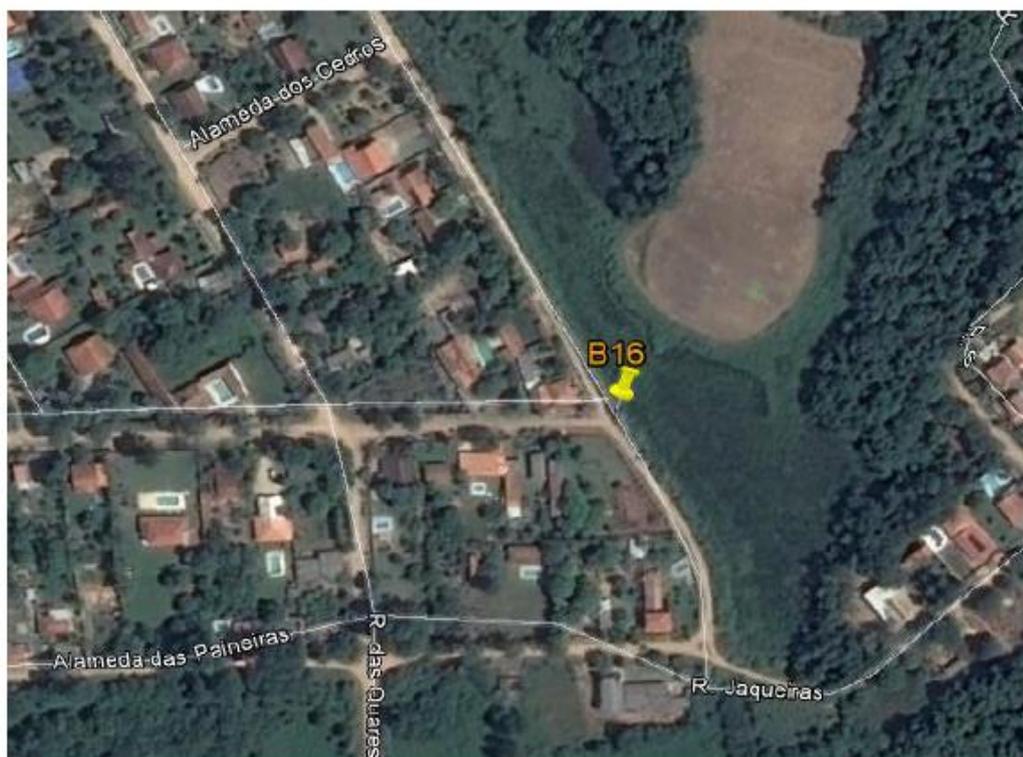


Figura 3.24 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B16.

- Ponto na Bacia 17 - Comprimento da tubulação = 14 metros.

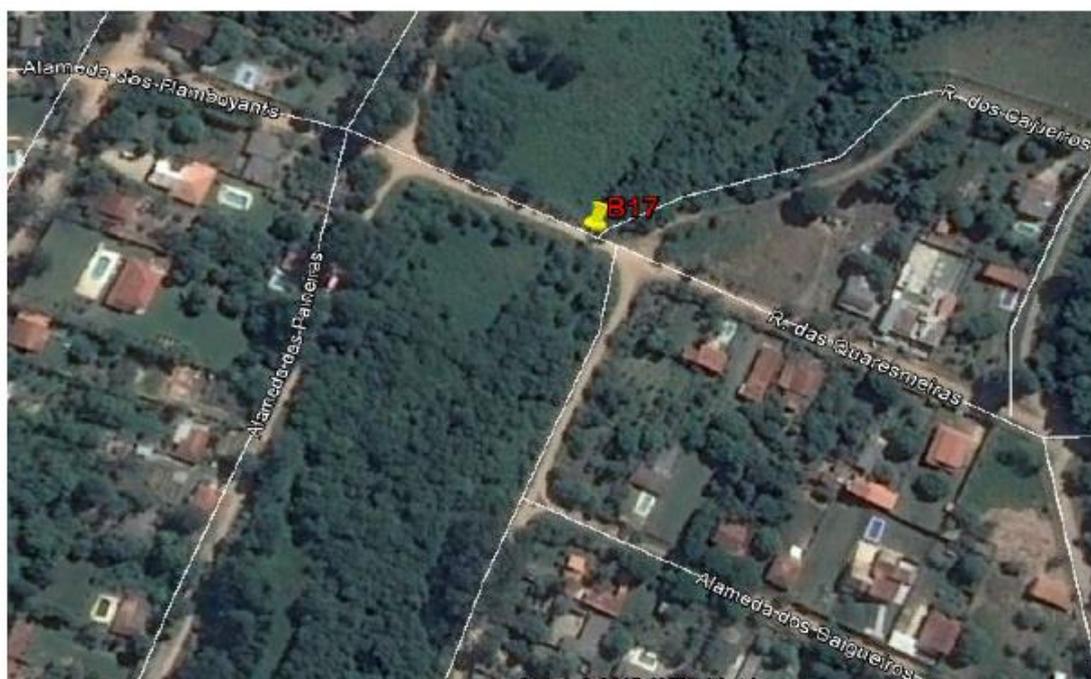


Figura 3.25 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B17.

- Ponto na Bacia 18 - Comprimento da tubulação – 8 metros.



Figura 3.26 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B18.



Figura 3.27 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B18.

- Ponto na Bacia 19 - Comprimento da tubulação = 36 metros.

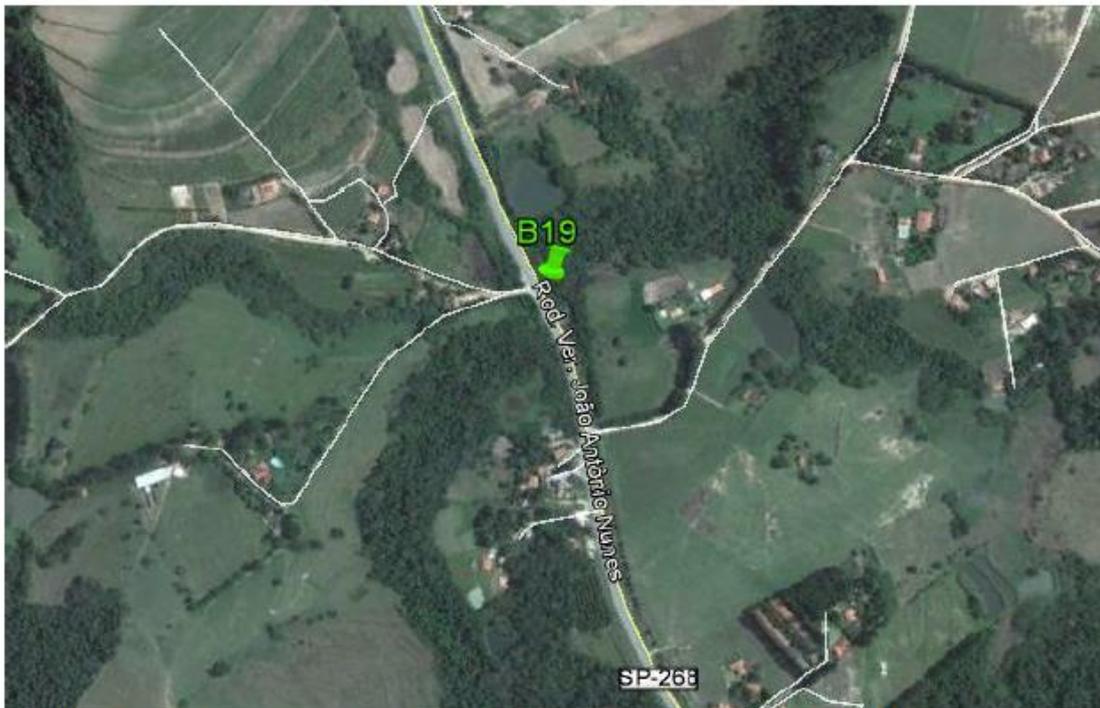


Figura 3.28 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B19.



Figura 3.29 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B19.

- Ponto na Bacia 20 - Comprimento da tubulação = 22 metros.



Figura 3.30 – Imagem do ponto de alagamento referente à bacia B20.



Figura 3.31 – Imagem nível do solo do ponto de alagamento referente à bacia B20.

3.6. DIRETRIZES PARA O CÁLCULO HIDRÁULICO

Uma das sugestões do presente PMSB para aprimorar a gestão da drenagem em âmbito municipal é a criação de uma secretaria ou departamento para gerir o sistema de drenagem, e, com isto, solicitar diretrizes e recomendações no momento de execução de empreendimentos ou obras no município.

Assim como para a realização de estudo hidrológico, o DAEE também apresenta critérios e parâmetros de projeto para o dimensionamento hidráulico de dispositivos simples, desta forma, pode-se utilizar esta metodologia para avaliar os projetos de drenagem de forma criteriosa, e, estruturar um sistema mais integrado e eficiente. O fluxograma da Figura 3.32, a seguir, apresenta de maneira resumida os critérios hidráulicos que devem ser considerados para o fornecimento de diretrizes:

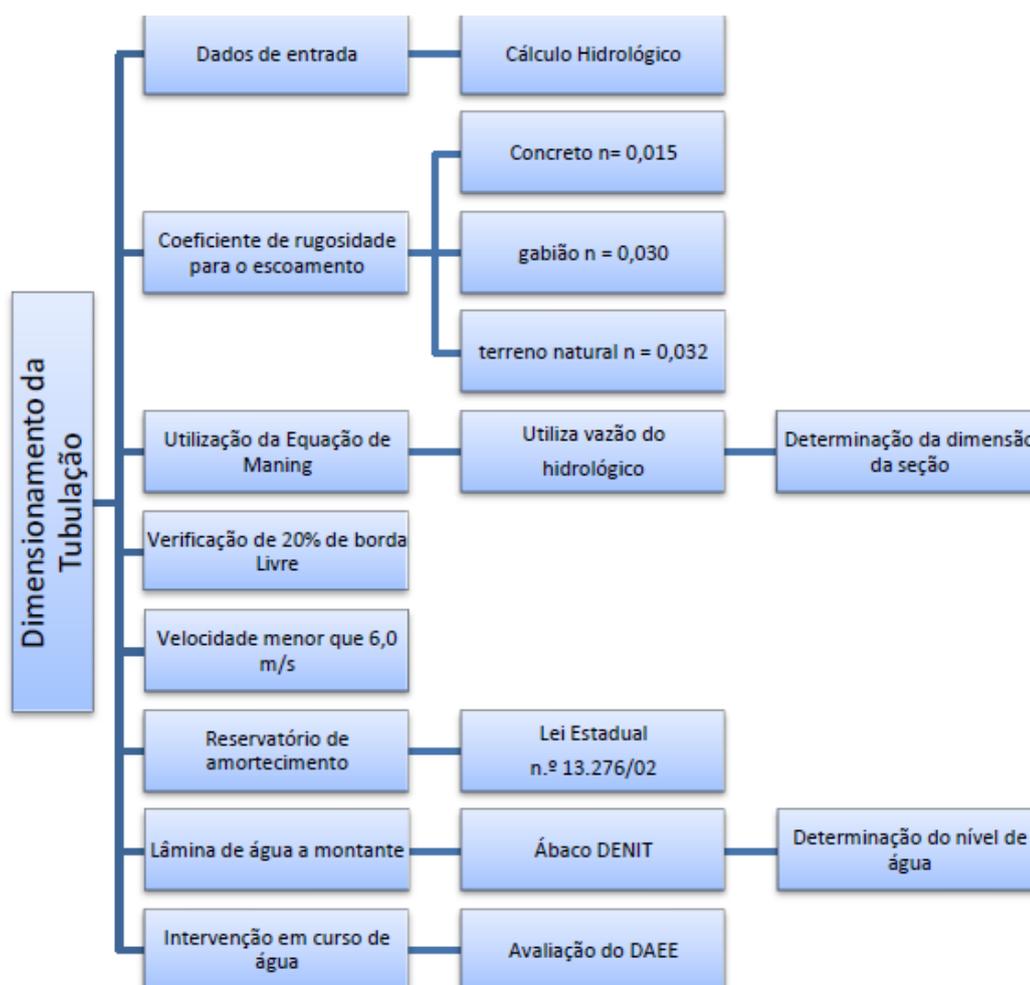


Figura 3.32 – Critérios hidráulicos a serem solicitados para fornecimento de diretrizes.

Estas normativas devem auxiliar os gestores para a execução de obras importantes, de modo a evitar que pontos com potencial de alagamento venham proporcionar problemas de condicionamento de águas superficiais, sendo que, uma vez consolidada a ocupação, torna-se muito mais complexa e dispendiosa a implantação de dispositivos de drenagem.

4. AVALIAÇÃO DE CUSTOS

Para levantar as necessidades de investimentos para melhoria dos problemas de drenagem existentes no município de Araçoiaba da Serra, estimou-se o comprimento aproximado das travessias, em conjunto com as

dimensões calculadas para cada dispositivo, para todos os locais onde foram levantados pontos de alagamento. A partir de informações fornecidas pela prefeitura, foram observados 20 pontos de vulnerabilidade, onde ocorrem alagamentos sistemáticos no município, portanto, este estudo leva em conta a implantação de tubos e galerias com dimensões necessárias para atender a vazão calculada para cada um dos referidos pontos.

A falta de cadastro sobre as estruturas de drenagem existentes dificulta a elaboração de projeções e a análise de quantidades de forma precisa, o que de certa forma afeta o estudo de levantamento de custos do presente PMSB.

A obtenção dos custos necessários para a implantação dos dispositivos dimensionados baseou-se nos critérios apresentados no Quadro 4.1, a seguir.

Quadro 4.1 – Critérios para estimativas de custo de obras de drenagem urbana.

ITEM	Custo (R\$)
Bueiros simples com seção até 2,0 m e extensão de até 40 m	50.000,00
Bueiros simples com seção circular de diâmetro entre 2,0 m, retangular de 3,0 x 3,0 m e extensão de até 40 m	150.000,00
Bueiros duplo com seção circular de diâmetro entre 2,0 m, retangular de 3,0 x 3,0 e extensão de até 40 m	200.000,00
Bueiro triplo com seção retangular superior a 3,0 x 3,0 m	250.000,00

A partir dos critérios apresentados e do levantamento das dimensões das extensões necessárias para cada um dos dispositivos hidráulicos, foi possível obter os investimentos necessários para a adequação dos pontos críticos de drenagem existentes no município de Araçoiaba da Serra, conforme consta no Quadro 4.2, a seguir.

Cabe observar que, para o caso dos pontos B5 e B7, como estes não se localizam em vias, são necessárias soluções mais abrangentes que não apenas a implantação ou ampliação de tubulações e galerias, desta forma, foram considerados recursos mais pesados para a solução dos problemas de drenagem nestes pontos. Já para pontos B19 e B20, por se localizarem na divisa de Araçoiaba da Serra com municípios vizinhos, torna-se difícil a proposição de alternativas e a estimativa de custos, e, por isso, não foram contemplados neste item de dimensionamento de investimentos.

Quadro 4.2 – Levantamento de investimentos para melhoria do sistema de drenagem urbana de Araçoiaba da Serra.

Bacia	Diâmetro (m)	Comprimento (m)	Custo (R\$)
B1	3.0 X 2.5	11	150.000,00
B2	2.5 X 2.5	16	150.000,00
B3	Ø 2.0	14	50.000,00
B4	2.5 X 2.5	15	150.000,00
B5	Ø 2.0	---	100.000,00
B6	Ø 2.0	30	50.000,00
B7	2.5 X 2.5	---	300.000,00
B8	2.5 X 2.5	22	150.000,00
B9	2.5 X 2.5	35	150.000,00
B10	3.0 X 2.5	12	150.000,00
B11	Duplo 3.0 X 3.0	15	200.000,00
B12	Ø 1.5	12	50.000,00
B13	3.0 X 3.0	23	150.000,00
B14	2.5 X 2.0	18	150.000,00
B15	Duplo 3.0 X 3.0	12	200.000,00
B16	2.5 X 2.0	12	150.000,00
B17	Triplo 3,5 x 3,0	14	250.000,00
B18	Triplo 3,5 x 3,0	8	250.000,00
Total			2.800.000,00

5. FORMULAÇÃO DE OBJETIVOS E METAS

Para se conseguir estruturar soluções e utilizar os dados levantados na realização do presente PMSB no tocante à drenagem, torna-se necessário primeiramente desenvolver o cadastro das estruturas existentes, a fim de contrapor o cadastro com os dados levantados neste Plano. Isso repercute também em dificuldades para estabelecer ações de curto, médio e longo prazo para sanear os problemas existentes.

Além de realizar o cadastramento do que já se encontra implantado, é importante também que haja a manutenção de um programa periódico de levantamento de cadastros de drenagem, que complemente continuamente o mesmo, de forma que, assim que novas obras sejam executadas o cadastro seja atualizado, estruturando assim um mecanismo contínuo de informações, para que o que tenha sido levantado não se perca.

Outro ponto importante é iniciar um processo de coleta de dados pluviométricos para desenvolver equações de chuvas municipais cuja padronização facilitaria o dimensionamento das estruturas hidráulicas e também auxiliaria a verificação dos cálculos pelos fiscais e órgãos reguladores.

No que se refere aos cursos de água é necessário a coleta de dados fluviométricos e o monitoramento constante do nível de água, para que futuramente hajam subsídios mais próximos aos reais para os projetos de canalização, transposição, entre outros, de modo que os mesmos atendam a finalidade para que foram criados e não atuem como pontos críticos de alagamento.

Com base nestas considerações, apresenta-se na sequência, a relação das principais metas de curto, médio e longo prazo, para o sistema de drenagem de Araçoiaba da Serra:

Metas de Curto Prazo (2016 - 2019):

- Implantar sistema de cadastro dos pontos com problemas de alagamento e das estruturas existentes;
- Melhorar a situação dos dispositivos de drenagem que apresentam problemas, conforme apontado neste PMSB;
- Estruturar plano de limpeza de bocas de lobos e bueiros de forma contínua;
- Estruturar um plano de conscientização ambiental para não lançar resíduos nos córregos;
- Instituir um sistema de gestão integrada dos sistemas de drenagem.

Metas de Médio Prazo (2020 - 2023):

- Realizar a manutenção dos bueiros, como recuperação de taludes próximos as entradas e reposição de estruturas danificadas;
- Substituir as tubulações de menor diâmetro que se façam necessárias;
- Estruturar um plano de ação para monitorar áreas de várzea;
- Realização de um plano de drenagem integrado com as cidades vizinhas;
- Realização de parcerias com órgãos estaduais e federais para iniciar as coletas de dados pluviométricos e fluviométricos;
- Manutenção do sistema de cadastros buscando máxima atualização.

Metas de Longo Prazo (2024 - 2045):

- Implantação dos dispositivos de grande porte, onde se torne necessário;
- Realizar medições pluviométricas e fluviométricas;
- Estabelecer plano de recuperação ou preservação de áreas sensíveis ou de interesse para infiltração de águas;
- Consolidar programa municipal de alerta, em colaboração com a Defesa Civil;
- Realizar a manutenção dos bueiros, como recuperação de taludes próximos as entradas, reposição de estruturas danificadas;
- Manutenção do sistema de cadastros buscando máxima atualização.

5.1 DEFINIÇÕES DE PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES.

Para a definição da hierarquização e priorização das medidas a serem realizadas para melhorar as condições dos serviços de drenagem urbana no

município de Araçoiaba da Serra, é necessário desenvolver programas, projetos e ações com base nas metas propostas, e, detalhá-las para que se possa implantar as mesmas de forma efetiva e eficiente, gradual e progressiva, levando em conta a necessidade de ações de curto prazo, além de ações de médio e longo prazo que visam sistematizar as atividades operacionais, garantindo efetividade das ações e qualidade dos serviços.

A rede de drenagem de águas pluviais também é uma preocupação na qualidade de vida dos cidadãos. Torna-se, portanto, importante também a adoção de ações para que sejam preservadas as nascentes, rios, córregos e canais, do despejo in natura de esgotos sanitários e dejetos de toda natureza, o controle de erosão nos terrenos e o controle de inundações.

As principais ações a serem desenvolvidas no âmbito municipal são:

- Formular mecanismos de articulação das políticas, programas e projetos de saneamento básico com as de outros setores correlacionados;
- Análise e seleção das alternativas de intervenção;
- Dimensionamento dos recursos necessários aos investimentos e avaliação da viabilidade e das alternativas;
- Formulação de modelos e estratégias de financiamento dos subsídios necessários à universalização;
- Análise das alternativas de gestão dos serviços;
- Hierarquização das áreas de intervenção prioritária.

A seguir, são apresentadas algumas ações consideradas de cunho imediato e prioritário, e, no Quadro 5.1, ao final deste item, apresenta-se um resumo de todas as ações previstas para o horizonte de projeto, de acordo com sua classificação em curto, médio e longo prazo.

5.1.1. AÇÕES IMEDIATAS PARA A DRENAGEM URBANA

As ações imediatas são aquelas que apresentam uma urgência maior e que sem elas os serviços ficam sujeitos a falhas e podem impactar a qualidade de vida da população e em casos mais extremos pode proporcionar perdas de vidas e financeiras.

Essas medidas devem ser tomadas em curto prazo para mitigar problemas mais simples e servir de base para implantação de medidas mais efetivas e profundas no sistema de forma a corrigir as falhas mais graves e sistemáticas que ocorrem no sistema de drenagem urbana.

As medidas a serem tomadas subdividem-se em não estruturais e estruturais.

As ações não estruturais imediatas a serem realizadas são:

- Estabelecimento de metodologia de registro dos pontos urbanos de empoçamento de água por meio de fotografias, contendo outras informações como localização, altura d'água, frequência de ocorrência e causa provável.

Esse levantamento possibilita a tomada de decisão sobre medidas a serem tomadas em curto, médio e longo prazo para evitar a recorrência das inundações.

- Implementação das diretrizes legais em drenagem.

Essas medidas visam padronização de soluções de pequeno, médio e grande porte de forma a facilitar a fiscalização e implementação de soluções de drenagem pluvial.

- Manutenção de um corpo técnico responsável pela gestão da drenagem urbana junto à prefeitura municipal, com treinamento adequado para operacionalizar as ações previstas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana. Uma equipe qualificada tem capacidade de analisar e propor soluções que melhor atendem cada intervenção de forma a minimizar os custos e otimizar o dimensionamento dos dispositivos.

O treinamento da equipe técnica visa o desenvolvimento técnico dos profissionais de modo que os mesmos consigam ampliar a capacidade de resoluções de problemas técnicos com diferentes graus de dificuldade.

- Manutenção dos dados cadastrais atualizados.

Com a elaboração de um cadastro facilita-se o aproveitamento de sistemas existentes e a tomada de decisões de ampliações, troca ou implantação de sistemas em todo o município.

- Acompanhamento do regime hidrológico por meio de registros de vazão, pluviometria, etc. Revisão em função das novas proposições do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Esta medida visa à obtenção de dados para desenvolver uma curva de calibração para dimensionar estruturas hidráulicas que atendam as condições fluviométrica e pluviométrica do município, minimizando assim a ocorrência de estruturas super e subdimensionadas.



Figura 5.1 - Medidores de nível de cursos de água.

(Fontes: <http://www.agsolve.com.br>, <http://www.pbhidrometria.com.br>)



Figura 5.2 - Exemplo de uma estação de medição de dados hidrológicos.
(Fonte: <http://www2.ana.gov.br>)

- Manutenção de parque linear ao longo das várzeas com proibição por meio de legislação municipal da ocupação de várzeas.

A preservação de áreas de várzea proporciona maior infiltração de água no solo e diminuiu a velocidade dos escoamentos assim amortecendo a curva de cheia e minimizando o carreamento de resíduos urbanos para os cursos de água.

Há a necessidade de realizar o plantio de mudas e implementar um sistema de microdrenagem eficiente de forma que o escoamento superficial não eroda estas áreas de preservação.

- Estruturação de cursos de educação ambiental para conscientização da população.

Capacitar professores para ministrar cursos de educação ambiental, com aulas teóricas e práticas de forma difundir nas diferentes classes e segmentos da comunidade os conceitos de sustentabilidade.

- Realização de campanhas educacionais com divulgação nas mídias locais.

Esta ação deve ser realizada em conjunto com o curso de educação ambiental e a definição de estratégia de marketing de forma a estruturar uma campanha em diferentes meios de divulgação como jornais, revistas, rádio, TV, folders, panfletos e redes sociais de forma a alcançar o público alvo.

As ações estruturais imediatas a serem realizadas são:

- Realização de limpeza e manutenção do sistema de drenagem existente.

Levantamento das condições dos sistemas de drenagem por região, seguindo por uma ação em conjunta com os responsáveis pela limpeza urbana para limpeza e desobstrução de todo o sistema.

No momento da limpeza realizar um levantamento de quais pontos são necessários reparos para que a secretaria de obras possa realizar a manutenção devida e melhorar as condições de escoamento.

➤ Correção imediata dos pontos urbanos em vias que constantemente são inundados, procurando determinar objetivamente sua causa.

Utilizando as áreas críticas do município, realizar projetos de drenagem para cada ponto de forma a corrigir os problemas e executar as obras de preferência em períodos de seca.

➤ Adoção de medidas compensatórias, como, retenção de água no lote e uso de águas pluviais.

Elaborar uma legislação municipal para que as residências, comércio e indústria retenham um pouco a vazão de forma a amortecer o pico de vazão.

➤ Uso de pavimentos permeáveis, também pode ser alvo de incentivos

Em locais de restrição ou pouca passagem de veículos pesados deve-se incentivar a utilização de pavimentos que proporcionem a infiltração de água no solo, como blocos de concreto.

➤ A recuperação ou preservação de áreas sensíveis ou de interesse para infiltração de águas.

Caso haja áreas de preservação permanente ocupadas, é necessário desenvolver uma estratégia para desocupar e manter desocupados estes locais, para que se possa recuperar o meio ambiente e evitar prejuízos econômicos, de vidas humanas e de animais.

5.1.2. AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA A DRENAGEM URBANA

Ações prioritárias são aquelas que devem ser tomadas após ou ao mesmo tempo das ações imediatas de forma a corrigir problemas de médio e longo prazo e que exigem medidas mais efetivas e definitivas.

Estas ações implicam em formalizar as medidas imediatas com a elaboração de metodologias de trabalhos e elaboração de planos de ação para mitigação de falhas no sistema, de modo a impedir que problemas já solucionados ocorram novamente.

É importante também nesta fase realizar um planejamento para que nos projetos e obras de expansão do município, as soluções adotadas sejam

compatíveis com o funcionamento do sistema e não venham a torná-lo insuficiente.

Dentre as ações prioritárias pode-se destacar:

➤ Propostas de adequação de dispositivos existentes

Após realizar a limpeza e reparos do sistema é necessário adequar os dispositivos que são insuficientes para a vazão da bacia em que estão situados.

Estes pontos estão apresentados no Prognóstico e necessitam da elaboração de projetos para atender cada ponto de forma a solucionar os problemas de drenagem e minimizar os transtornos a população no entorno.

➤ Desenvolver parcerias com DAEE e ANA para realização de um sistema de coleta de informações pluviométricas e fluviométricas confiáveis que possam no futuro proporcionar a geração de equações de chuva e de vazões para desenvolvimento de projetos mais otimizados.

A prefeitura deve buscar convênios com os órgãos reguladores com DAEE e ANA e fixar parcerias para o monitoramento pluviométrico e fluviométrico para que o se consigam desenvolver um sistema de gerenciamento de informações e previsões que possibilitem tomadas de decisões antes dos eventos ocorrerem.

Estas previsões irão gerar dados para o município, que devem ser divulgados para que se tenha uma maior quantidade de informação sobre as condições hidrológicas e climatológicas locais.

➤ Elaboração de sistema de gestão integrada para monitoramento de regiões propícias a alagamentos e deslizamentos.

Cadastramento de pontos com deficiência de drenagem, implantação de câmeras e medidores eletrônicos de níveis de água e direcionamento destas informações para um centro de gerenciamento de dados.



Figura 5.3 - Centro de monitoramento hidrológico.

Fonte: <http://www.portalamazonia.com.br>.

- Desenvolver parcerias com órgãos habitacionais para remanejamento de pessoas que vivem em áreas de APP e de risco de escorregamento. Firmar parcerias com CDHU e com órgãos financiadores de forma a construir moradias em pontos que não sejam de preservação ou risco e assim eventualmente desocupar áreas de várzea que estão sujeitas a inundações.
- Monitoramento ostensivo de áreas de APP e de risco para evitar o surgimento de comunidades nestes locais. É necessário desenvolver um monitoramento ostensivo das áreas que ainda não foram ocupadas para que permaneçam deste modo.
- Realização de convênios com a prestadora de serviço de água e esgoto para que, no momento do desenvolvimento de obras destas disciplinas, também se realize as obras de drenagem e minimize os transtornos a população.

Buscar em conjunto com a concessionária local uma coordenação para que obras de drenagem sejam realizadas simultaneamente com obras de águas e esgotos nos pontos de interesse comum, minimizando assim, custos e transtornos a população.

- Acompanhamento das condições dos cursos de água pra evitar o surgimento de depósitos irregulares de disposição de RCD ou outros tipos de resíduos que possam assorear os cursos d' água. Monitorar possíveis pontos

de descarte irregular de resíduos da construção civil para que os mesmos não assoreiem os cursos de águas e fundos de vale.

Quadro 5.1- Programas, projetos e ações para a drenagem urbana.

PROGRAMAS	PROJETOS E AÇÕES		
	Curto Prazo – 2016/2019	Médio Prazo - 2020/2023	Longo Prazo - 2024/2045
Registro de pontos de alagamento.	Cadastro dos pontos de alagamento.		
	Monitoramento das áreas de empoçamentos de água por meio de fotografias, contendo outras informações como localização, altura d'água, frequência de ocorrência e causa provável.		
Implementação das diretrizes legais em drenagem.	Elaboração e divulgação da legislação.		Fiscalização para cumprimento da legislação.
Manutenção de corpo técnico responsável pela gestão da Drenagem Urbana.	Elaboração de uma secretaria municipal para drenagem urbana.		Treinamento e capacitação do corpo técnico.
	Contratação de corpo técnico com treinamento adequado para operacionalizar as ações previstas no Plano Diretor de Drenagem Urbana.		
Acompanhamento do regime hidrológico.	Treinamento de pessoal	Aquisição de equipamentos e instalação do sistema de registros de vazão, profundidade, pluviometria, etc.	
Manutenção de parques lineares em áreas de várzea.	Seleção das áreas aptas à criação de parques lineares ao longo das várzeas com proibição por meio de legislação municipal da ocupação de várzeas.	Desocupação das áreas selecionadas; Plantio de mudas; Projeto paisagístico.	

Continua...

PROGRAMAS	PROJETOS E AÇÕES		
	Curto Prazo – 2015/2019	Médio Prazo - 2019/2023	Longo Prazo - 2023/2045
Programa municipal de alerta.	---	Interface central de gerenciamento com a coleta de dados e estabelecimento de rotinas emergenciais cada vez mais elaboradas; Sistema de divulgação de alerta para casos de chuvas fortes;	
Programa de Educação Ambiental.	Capacitação de professores ou outros profissionais para a execução de cursos de educação ambiental para conscientização da população; Seleção de locais para aulas práticas.	Manter programa de educação ambiental.	
Programa de divulgação de campanhas educacionais.	Definição do público alvo para campanhas educacionais; Promover a divulgação das campanhas nas mídias locais.	Monitoramento da efetividade das ações; Manutenção da divulgação das campanhas.	
Programa de limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem.	Cadastro dos pontos críticos do sistema quanto à limpeza e manutenção; Convênio com a secretaria de limpeza urbana.	Execução da limpeza.	

Continua...

PROGRAMAS	PROJETOS E AÇÕES		
	Curto Prazo – 2015/2019	Médio Prazo - 2019/2023	Longo Prazo - 2023/2045
Programa de contenção de inundações e enxurradas.	Cadastro dos pontos com problemas de constantes inundações e enxurradas em períodos de chuvas, procurando determinar sua causa.	---	
	Execução dos reparos.		---
A adoção de medidas compensatórias, como, retenção de água no lote e uso de águas pluviais.	Elaboração da legislação	Fiscalização; Divulgação da legislação.	
Pavimentos permeáveis.	Seleção de locais que podem receber pavimentos permeáveis.	Implantação do pavimento.	
Programa de recuperação ou preservação de áreas sensíveis ou de interesse para infiltração de água.	Cadastramento de áreas sensíveis ou de interesse para a infiltração de águas; Delimitação das áreas.	Desapropriação das áreas.	
Proposição de novos dispositivos empreendidos aos pontos críticos e potenciais.	Realização de estudos hidrológicos.		
	---	Substituição dos dispositivos.	
Programa de parcerias com DAEE e ANA para realização de um sistema de coleta de informações pluviométricas e fluviométricas confiáveis.	Levantamento de pontos que possibilitem ajuda mútua.	Estabelecer parceria que possa proporcionar a geração de equações de chuva e de vazões para desenvolvimento de projetos mais otimizados.	

Continua...

PROGRAMAS	PROJETOS E AÇÕES		
	Curto Prazo – 2015/2019	Médio Prazo - 2019/2023	Longo Prazo - 2023/2045
Programa de gestão integrada para monitoramento de regiões propícias a alagamentos e escorregamentos.	Definição de metodologia para o recebimento de dados.	---	---
	Compilação dos dados		
	Plano de tomada de decisão em cima dos dados obtidos.		
	Armazenamento dos dados.		
Programa de acompanhamento das condições dos cursos de água.	Cadastro de áreas com problemas de disposição de RCC ou outros tipos de resíduos que possam assorear os cursos de água.		
Programa de monitoramento ostensivo de áreas de APP e de risco.	Cadastro das áreas com habitações em áreas de APP e/ou sob risco de escorregamento.	Implantação do plano de monitoramento; Monitoramento das áreas a fim de evitar possíveis assentamentos; Elaboração de plano de ação.	
Programa de convênios com o serviço de água e esgoto.	Busca de informações junto a concessionária responsável pelo sistema de água e esgoto; Levantamento de informações junto a secretaria de obras.	Realização de um planejamento de obras para que no momento do desenvolvimento das obras de água e esgoto também se realize as obras de drenagem e minimize os transtornos a população; Consolidação das informações.	

5.1.3. PROGRAMAÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS PARA A DRENAGEM URBANA

De posse das ações necessárias para atingir os objetivos e as metas propostos para o sistema de drenagem e manejo de águas pluviais de Araçoiaba da Serra, é de igual importância realizar a programação destas ações, ou seja, a distribuição das mesmas de forma temporal. Para tal, foi

elaborado um cronograma das atividades inerentes à implantação das medidas propostas para a melhoria deste sistema no município.

O Quadro 5.2, na sequência, apresenta o referido cronograma de implantação dos projetos e das ações. Cabe observar que as atividades foram classificadas dentro de curto, médio e longo prazo, indicando desta forma o cumprimento das metas estabelecidas, e, conseqüentemente, o momento em que cada uma das ações propostas deverá ser iniciada e concluída.

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES																					
ITEM	DESCRIÇÃO	ANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20/30
A	Estabelecimento de metodologia de registro dos pontos urbanos de empoçamento de água por meio de fotografias, contendo outras informações como localização, altura d'água, frequência de ocorrência e causa provável.																				
B	Implementação das diretrizes legais em drenagem.																				
C	Manutenção e treinamento de um corpo técnico responsável pela gestão da Drenagem Urbana junto à Prefeitura Municipal, com treinamento adequado para operacionalizar as ações previstas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana.																				
A	Acompanhamento do regime hidrológico por meio de registros de vazão, profundidade, pluviometria, etc. Revisão em função das novas proposições do plano de drenagem urbana.																				
A	Manutenção de parque linear ao longo das várzeas com proibição por meio de legislação municipal da ocupação de várzeas.																				

Continua...

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES																					
ITEM	DESCRIÇÃO	ANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20/30
A	Avanço na consolidação do programa municipal de alerta em colaboração com a defesa civil por meio de coletas de dados e estabelecimento de rotinas emergenciais cada vez mais elaboradas.																				
F	Estruturação de cursos de educação ambiental para conscientização da população.																				
F	Realização de campanhas educacionais com divulgação nas mídias locais.																				
E	Realização de limpeza e manutenção do sistema de drenagem existente.																				
D	Correção imediata dos pontos urbanos em vias que constantemente são inundados ou sofrem com enxurradas durante as chuvas, procurando determinar objetivamente sua causa.																				
B	A adoção de medidas compensatórias, como, retenção de água no lote e uso de águas pluviais.																				
A	Uso de pavimentos permeáveis.																				

Continua...

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES																					
ITEM	DESCRIÇÃO	ANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20/30
B	Recuperação ou preservação de áreas sensíveis ou de interesse para infiltração de águas.																				
B	Proposição de novos dispositivos empreendidos aos pontos críticos e potenciais.																				
A	Desenvolver parcerias com DAEE e ANA para realização de um sistema de coleta de informações pluviométricas e fluviométricas confiáveis que possam no futuro proporcionarem a geração de equações de chuva e de vazões para desenvolvimento de projetos mais otimizados.																				
A	Elaboração de sistema de gestão integrada para monitoramento de regiões propícias a alagamentos e escorregamentos.																				
A	Monitoramento ostensivo de áreas de APP e de risco para evitar o surgimento de comunidades nestes locais.																				

Continua...

CRONOGRAMA DE IMPLANTAÇÃO DAS AÇÕES																					
ITEM	DESCRIÇÃO	ANO																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20/30
A	Estabelecimento de convênios com o serviço de água e esgoto para no momento do desenvolvimento de obras destas disciplinas também se realize as obras de drenagem e minimize os transtornos a população.																				
A	Acompanhamento das condições dos cursos de água pra evitar o surgimento de depósitos irregulares de disposição de RCC ou outros tipos de resíduos que possam assorear os cursos de água.																				
A	Monitoramento ostensivo de áreas de APP e de risco para evitar o surgimento de comunidades nestes locais.																				
A	Estabelecimento de convênios com o serviço de água e esgoto para no momento do desenvolvimento de obras destas disciplinas também se realize as obras de drenagem e minimize os transtornos a população.																				
A	Acompanhamento das condições dos cursos de água pra evitar o surgimento de depósitos irregulares de disposição de RCC ou outros tipos de resíduos que possam assorear os cursos de água.																				

Quadro 5.3 - Grupos de acordo com a natureza de cada ação.

ITEM	DESCRIÇÃO
A	Acompanhamento, monitoramento e coleta de dados: Reflete-se basicamente em atividades e ações de monitoramento e fiscalização, coletando dados que possibilitarão a melhor tomada de decisão, além de se fazer cumprir as legislações aplicáveis.
B	Ações mitigatórias: Atividades ligadas a formulação de medidas, ações e projetos que minimizem as pressões sobre o sistema de drenagem urbana.
C	Treinamentos: Ações de capacitação de pessoal que possibilitem que as ações especificadas no PMSB sejam cumpridas de maneira correta a fim de gerar os resultados esperados.
D	Obras e reparos de condições críticas: São as obras destinadas a resolver os problemas de áreas críticas e que necessitam de ações de curto prazo.
E	Manutenção do sistema (Pequenas obras, reparos e limpeza): Atividades responsáveis por manter a integridade do sistema de drenagem urbana e garantir que seu funcionamento se dê da maneira esperada.
F	Atividades de educação ambiental: Atividades de capacitação de profissionais que trabalharam nas campanhas educacionais além das próprias atividades de educação ambiental.

5.2. PLANO DE INVESTIMENTOS DAS AÇÕES PROGRAMADAS

O plano de investimentos das ações programadas para o sistema de drenagem urbana de Araçoiaba da Serra foi elaborado tomando por base estimativas de valores atuais, sem prever possíveis reajustes de preços ou reposição do valor da moeda.

No planejamento dos investimentos, a distribuição dos recursos se deu de acordo com a natureza de cada ação, correspondentes aos itens A a E, conforme consta no Quadro 5.3, apresentado no item anterior.

Cabe ressaltar que, no que se refere aos custos operacionais, que correspondem aos itens A, B, C e E, os valores apresentados no Quadro 5.4, a seguir, representam basicamente um custo médio mensal estimado em R\$ 10.000,00, destinado basicamente para treinamento e capacitação de funcionários, monitoramento e coleta de dados, custos com ações mitigatórias e manutenção geral do sistema de drenagem. Além da previsão de custos operacionais, o item D, representa os investimentos estimados neste PMSB para adequação dos pontos críticos de drenagem existentes no município, e que, foram distribuídos em curto prazo.

Quadro 5.4 - Plano de investimentos das ações propostas para a drenagem urbana.

Item	Descrição	Ano																			
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20/30
A	Acompanhamento, monitoramento e coleta de dados.	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
B	Ações Mitigatórias.	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000	30.000
C	Treinamentos e capacitação de pessoal.	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000	20.000
D	Investimentos em obras e reparos de condições críticas (pontos de alagamento).	700.000	700.000	700.000	700.000	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--
E	Manutenção do sistema (reparos e limpeza).	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000	40.000
Custo por ano		R\$ 820.000	R\$ 820.000	R\$ 820.000	R\$ 820.000	R\$ 120.000															

5.3. DEFINIÇÃO DE AÇÕES PARA EMERGÊNCIAS E CONTINGÊNCIAS

As ações para emergências e contingências contemplam medidas e procedimentos a serem adotados, previstos e programados com relação ao controle ou combate a uma ocorrência anormal que possa provocar sérios danos à população, ao meio ambiente e aos bens patrimoniais. Medidas de contingência focam na prevenção e as de emergência objetivam programar as ações no caso de ocorrência de um acidente. Desse modo, as ações para emergência e contingência são abordadas conjuntamente, pois ambas referem-se a uma situação atípica.

De maneira geral, pode-se dizer que emergência trata-se de situação crítica, acontecimento perigoso ou fortuito, incidente, caso de urgência, situação mórbida inesperada e que requer tratamento imediato; e contingência trata-se da qualidade do que é contingente, ou seja, que pode ou não suceder, incerteza sobre se algo irá acontecer ou não. As ações para atendimento dessas situações devem ser rápidas e eficientes e serem realizadas por equipes especializadas.

Durante a operação e manutenção dos serviços de saneamento deverão ser utilizados mecanismos locais e corporativos de gestão, no sentido de prevenir ocorrências indesejáveis por meio do controle e monitoramento.

Caso ocorram situações atípicas, que extrapolem a capacidade de atendimento local, os órgãos operadores deverão dispor de todas as estruturas de apoio (mão de obra, materiais e equipamentos), de manutenção estratégica,

das áreas de gestão operacional, de controle e qualidade, de suporte como comunicação, suprimentos e tecnologias de informação, dentre outras. A disponibilidade destas estruturas permitirá que os sistemas de saneamento não tenham a segurança e a continuidade operacional comprometidas ou paralisadas.

O presente PMSB apresenta, a seguir, algumas considerações específicas a respeito de ações para emergência e contingência, que poderão ser adotadas para o sistema de manejo e drenagem de águas pluviais urbanas de Araçoiaba da Serra.

5.3.1. ATENDIMENTO A AUMENTOS DE DEMANDA TEMPORÁRIA

Demandas temporárias são condições que não devem se estender por longos períodos de tempo e em geral são causadas por questões pontuais como deficiência de algum ponto do sistema de drenagem superficial, problemas de manutenção, acúmulo de resíduos ou devido a algum acidente que danificou o sistema como a batida de veículos.

Este tipo de problema em geral gera outros tipos de transtornos à população, como o desgaste precoce do pavimento, além de proporcionar o aparecimento de vetores como mosquitos e baratas, que causam desconforto tanto para pedestres como para veículos.

As imagens apresentadas a seguir ilustram situações que podem ser observadas devido à problemas de demandas temporárias.



Figuras 5.4 e 5.5 - Desgaste de pavimento e acúmulo de resíduos no sistema de drenagem.

(Fonte: <http://www.ebanataw.com.br/drenagem>)

Uma forma de solucionar este tipo de demanda é inicialmente cadastrar os pontos onde estes tipos de problemas ocorrem, e, na sequência, desenvolver um plano de ação e continuar o monitoramento destes pontos.

Em geral, seguindo as ações descritas anteriormente de monitoramento, limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem, estes tipos de problemas tendem a ser suprimidos e, com a resolução destes passivos, pode-se

desenvolver um plano de reconstrução ou recapeamento do pavimento, de forma a melhorar o viário, minimizando assim transtornos para toda população.

5.3.2. ATENDIMENTO E FUNCIONAMENTO OPERACIONAL PARA SITUAÇÕES CRÍTICAS

Um sistema para atendimento em situações críticas pode ser composto por um programa de alerta de inundações em articulação com a defesa civil, com o monitoramento em tempo real dos cursos d'água e das bacias por meio de dados coletados de precipitação e vazão ao longo do tempo.

Um programa dessa natureza envolve, dependendo do domínio do curso d'água, a esfera federal em conjunto com outras estaduais e municipais. Em nível federal, atualmente a Defesa Civil se encontra dentro do Ministério de Integração Nacional e o monitoramento em tempo real de parte da precipitação e do escoamento é realizado pela Agência Nacional de Água - ANA, enquanto o Instituto Nacional de Meteorologia faz o monitoramento de estações climatológicas (precipitação).

No caso da drenagem urbana as situações emergenciais referem-se a eventos críticos de precipitação a partir dos quais ocorrem enchentes, inundações e deslizamentos. Desta forma, as ações emergenciais que se recomendam contemplam:

- Predição por parte da Defesa Civil;
- Evacuação de populações e bens nas áreas de risco a partir de sistema de alerta;
- Atendimento emergencial de acidentes;
- Mobilização do funcionalismo público municipal no atendimento às demandas de atuação pessoal;
- Mobilização do empresariado para apoio operacional e financeiro;
- Atuação jurídico-institucional nos decretos de situação de emergência e calamidade pública;
- Contemplação de ações administrativas de obtenção de recursos junto aos governos estadual e federal;
- Contratações emergenciais de empresas prestadoras de serviços e outras ações assemelhadas típicas de acidentes naturais.



Figuras 5.6 e 5.7 - Escorregamentos e enchentes causados por chuvas intensas e drenagem insuficiente.

(Fonte: <http://ogambadeblumenau.blogspot.com.br>, <http://observadoressociais.blogspot.com>)

A seguir, no Quadro 5.5, são apresentadas as ações que devem ser tomadas no caso de risco em relação ao sistema de drenagem, devido à ocorrência de inundações e deslizamentos causados por chuvas intensas.

Quadro 5.5- Ações a serem realizadas em caso de emergência.

OCORRÊNCIA	AÇÃO
Alagamento de via	Interdição do local, acionamento do departamento de trânsito para desviar trânsito, avaliação de necessidade de retirada de moradores do entorno.
Deslizamento de encosta	Acionamento da defesa civil, dos bombeiros, interdição local, desvio do trânsito e busca por vítimas e retirada de moradores das áreas afetadas.
Inundações em grande escala	Decreto de calamidade pública, acionamento da defesa civil, bombeiros, aumento de efetivo nos hospitais, direcionamento de desabrigados para locais seguros, busca por vítimas, pedido de auxílio a cidades próximas, distribuição de água, alimentos e vestuários.

5.4. ESTABELECIMENTO DE CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO DAS AÇÕES PROGRAMADAS

A Lei 11.445/2007, no inciso V do art. 19 do Capítulo IV, define que o Plano de Saneamento deverá conter “mecanismos e procedimentos para a avaliação sistemática da eficiência e eficácia das ações programadas”.

Após a elaboração das ações necessárias para o atendimento das demandas e metas estabelecidas, deverão ser avaliadas as formas de monitoramento destas ações e o seu respectivo impacto em termos de eficiência, eficácia e efetividade.

O monitoramento da implementação das ações do PMSB poderá ser realizado por intermédio de indicadores que monitoram o atendimento às metas propostas, conforme mostrado com maiores detalhes na sequência.

5.4.1. INDICADORES DE MONITORAMENTO

Para que ocorra a prestação de serviço adequado, torna-se necessário indicar quais serão os parâmetros e indicadores de qualidade que serão monitorados e atingidos ao longo do tempo.

O indicador é o parâmetro que medirá a diferença entre a situação desejada e a situação atual, além de permitir a quantificação e qualificação de um processo.

O indicador deverá ser calculado anualmente, a partir de informações das atividades realizadas no ano anterior. Os dados deverão ser tabulados em planilha apropriada, de forma a permitir a auditoria externa, conforme o exemplo a seguir. O cálculo final do indicador será a média aritmética dos indicadores de micro e macrodrenagem, com resultado final entre [0-10]. Os Quadros 5.6 e 5,7, na sequência, trazem metodologias para avaliação das condições de atendimento pelos sistemas de micro e macrodrenagem.

C		Microdrenagem	Cálculo
Institucionalização	I1	Existência para projeto viário e drenagem pluvial.	0 a 0,5
	I2	Serviço de verificação e análise de projetos de pavimentação e/ou loteamentos.	0 a 0,5
	I3	Estrutura de inspeção e manutenção da drenagem.	0 a 0,5
	I4	Existência de monitoramento pluviométrico.	0 a 0,5
	I5	Registro de incidentes envolvendo microdrenagem.	0 a 0,5
Cobertura	C1	Extensão total de ruas com serviços de microdrenagem em km.	$2,50 \cdot (C1/C2)$
	C2	Extensão total de ruas no município	
Eficiência	S1	Número de dias com incidentes na microdrenagem (alagamento até 30 cm, refluxo de PV'se BIs).	$2,50 \cdot (1-(S1/S2))$
	S2	Número de dias de chuva no ano.	
Gestão	G1	Número de bocas de lobo limpas.	$1,50 \cdot (1-(G1/G2))$
	G2	Total de bocas de lobo.	
	G3	Total de recursos gastos com microdrenagem.	$1-(G3/G4)$
	G4	Total alocado no orçamento anual para microdrenagem.	

Fonte: PMSB Potim (Consórcio Plansan123).

Quadro 5.7 - Metodologia para avaliação das condições de atendimento de macrodrenagem.

C		Macrodrenagem	Cálculo
Institucionalização	I2	Existência de plano diretor de drenagem.	0 a 1
	I3	Legislação específica de uso e ocupação do solo que trata de impermeabilização, medidas mitigatorias e compensatórias.	0 a 0,5
	I4	Monitoramento de cursos d água (nível e vazão)	0 a 0,5
	I5	Registro de Incidentes envolvendo a macrodrenagem.	0 a 0,5
Cobertura	C1	Extensão de intervenção na rede hídrica do município.	$2,50*(C1/C2)$
	C2	Extensão da rede hídrica no município.	
Eficiência	S1	Número de dias com incidentes na de macrodrenagem.	$2,50*(1-(S1/S2))$
	S2	Número de dias com chuva no ano.	
Gestão	G1	Total aplicado na limpeza de córregos/estruturas de macrodrenagem em geral.	$2,50*(1-(G1/G2))$
	G2	Total de recursos alocados para macrodrenagem.	

Fonte: PMSB Potim (Consórcio Plansan123).

6. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

- AZEVEDO NETTO, J.M., ALVAREZ, GUILLERMO A COSTA. **Manual de Hidráulica**, 7ª Ed., Ed. Edgard Blucher Ltda. 1982;
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Equações de chuvas intensas do Estado de São Paulo**: 1999. 141p;
- DEPARTAMENTO DE ÁGUA E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO - DAEE. **Guia Prático para Projeto de Pequenas Obras Hidráulicas**. 2005. 116p;
- GARCEZ, LUCAS NOGUEIRA; ALVAREZ GUILHERMO ACOSTA. **Hidrologia**. São Paulo, Blucher: 1988, 291p;
- PINTO, NELSON L. DE SOUSA; HOLTZ ANTONIO CARLOS TATIT; MARTINS, JOSÉ AUGUSTO; GOMIDE FRANCISCO LUIZ SIBUT. **Hidrologia Básica**. São Paulo, Blucher: 1976, 278p;
- PORTO, RODRIGO DE MELO. **Hidráulica Básica**. 2ª Edição. São Carlos: EESC-USP, 1999;
- PREFEITURA MUNICIPAL DE POTIM. **Plano Municipal de Saneamento de Potim**. Consórcio Plansan: 2013;
- PREFEITURA MUNICIPAL DE SANTANA DE PARNAÍBA. **Plano Municipal de Saneamento de Santana de Parnaíba**. FRAL Cosultoria: 2012

7. RELAÇÃO DE DESENHOS

No Quadro 7.1, a seguir, consta a relação dos desenhos que acompanham este Relatório IV.

Quadro 7.1– Relação de desenhos que acompanham o Relatório IV do PMSB.

Nº Desenho	Título	Folha	Revisão
1505-RF-DRE-001	PLANTA DE BACIA DOS PONTOS CRÍTICOS DE DRENAGEM	01/01	0