4.0 - PLANO MUNICIPAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS SUPERFICIAIS URBANAS - PMDMASU

Responsável Técnico:

Raul Mateus da Silva
Engenheiro Sanitarista Ambiental

Bombinhas, agosto de 2021.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO: 374
4.1 – OBJETIVOS: 349
4.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA 349
4.3 - SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM: 350
4.3.1- CONCEITOS BÁSICOS: 351
4.3.2 - CONSEQUÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES: 353
4.3.3 - FATORES QUE CONTROLAM AS CONSEQUÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES: 353
4.4- ASPECTOS LEGAIS: 354
4.4.1 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO 354
4.4.2 - LEIS DE USO DO SOLO E O DIREITO DE PROPRIEDADE: 354
4.4.3 - OCUPAÇÕES IRREGULARES: 355
4.4.4 - LICENCIAMENTO DE ATIVIDADES E OBRAS COM IMPACTO NA DRENAGEM 355
4.5 – MACRODRENAGEM 355
4.5.1 - AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS 357
4.5.2 - POLÍTICAS E AÇÕES ESTRUTURAIS 359
4.5.3 - POLÍTICAS E AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS 361
4.6 – AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS 362
4.6.1 - AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL 363
4.6.2 – APRESENTAÇÃO 363
4.6.3 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DE BOMBINHAS/SC: 364
4.7 – PLANEJAMENTO DAS AÇÕES 397
4.7.1 – PRAZOS: 398
4.7.2 – GESTÃO DOS SERVIÇOS: 398
4.7.3 - INDICADORES EXISTENTES (SNIS): 398
4.7.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS: 398
4.7.5 - ASPECTOS POSITIVOS: 428
4.7.6 - ASPECTOS NEGATIVOS: 428
4.8 – PROGNÓSTICO DAS NECESSIDADES: 399
4.8.1 - DIRETRIZES: 399
4.8.2 - OBJETIVOS E META: 399
4.8.3 - PROJEÇÃO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM URBANA: 399
4.8.4 - MEDIDAS DE CONTROLE DE ASSOREAMENTO DE CURSOS DE ÁGUA 400
4.8.5 - MEDIDAS DE CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CURSOS DE ÁGUA (FUNDOS DE VALE) E SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA 430
4.9 - PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES: 400
4.10 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS: 401
4.9.1 - CRONOGRAMA FÍSICO – FINANCEIRO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS: 401
4.9.2 - TRANSPORTE DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS 401
4.9.3 - DETENÇÃO OU RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS PARA AMORTECIMENTO DE VAZÕES DE CHEIAS: 403
4.9.4 - TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANA: 404
4.11 – PREVISÃO DE EVENTOS DE EMERGÊNCIA E AÇÕES DE CONTINGÊNCIA: 404

4.0 – PLANO DE DRENAGEM E MANEJO DAS ÁGUAS SUPERFICIAIS URBANAS

APRESENTAÇÃO

A Comissão de Revisão do PMSB/2015-2035, para fins de concepção e organização do Plano de Drenagem e Manejo das Águas Superficiais Urbanas de Bombinhas, fundamentou-se, inicialmente, no relatório que apresenta o plano de macrodrenagem do município de Bombinhas – SC de 2009 realizado pela AMFRI e no Plano Municipal de Saneamento Básico de Bombinhas elaborado em 2010.

4.1 – OBJETIVOS:

a) - Minimizar a ocorrência de inundações;

b) - Facilitar o escoamento superficial e conter o aumento da vazão na rede de drenagem, através de incentivo a tecnologias, visando a permeabilidade do solo.

c) - Definir as ações para o manejo sustentável das águas pluviais urbanas conforme as normas de ocupação do solo incluindo:

c1) - a minimização de áreas impermeáveis;

c2) - o controle do desmatamento e dos processos de erosão e assoreamento;

c3) - a criação de alternativas de infiltração das águas no solo;

c4) - a recomposição da vegetação ciliar de rios urbanos;

c6) - e a captação de águas de chuva para detenção e/ou reaproveitamento.

4.2 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA

Os dados referentes aos itens relacionados abaixo estão contidos no CAPÍTULO 01 INTRODUÇÃO, desse PMSB:

2.1. Histórico

2.2. Aspectos Geográficos

2.3. Clima

2.4. Geologia

2.5. Vegetação

2.6. Hidrografia

4.3 - SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM:

Nas bacias hidrográficas do município, a captação das águas pode desaguar diretamente nos mares através dos costões rochosos, ou percorrer as planícies litorâneas que formam os rios e pequenos estuários nas suas desembocaduras e, nas cidades, formam os Sistemas Urbanos de Drenagem. O Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Superficiais Urbanas concebido e Planejado para o Município de Bombinnhas/SC é constituído pelas atividades, pela infraestrutura e pelas instalações operacionais de drenagem de águas pluviais, transporte, detenção ou retenção para o amortecimento de vazões de cheias, tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas, contempladas a limpeza e a fiscalização preventiva das redes;

Apesar de eventos serem previsíveis, considerando seu período de retorno, poderão ocorrer eventos que, por sua natureza, advêm de situações excepcionais, tais como, desastres naturais (inundações, secas, etc.), ações humanas e outros incidentes inesperados que possam pôr em perigo a saúde pública e o meio ambiente. É um sistema composto por estruturas e instalações nas vias urbanas destinadas ao escoamento das águas das chuvas, tais como: sarjetas, bueiros, galerias, dentre outras.

Esse sistema canaliza a água de modo a reaproveitar e redirecionar o fluxo para tratamento e disposição final das águas pluviais drenadas nas áreas urbanas, principalmente nas localidades em que possam ocorrer enxurradas e inundações. Os serviços de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas (DMAPU) estão intimamente ligados ao sistema natural de drenagem. Quando ocorre uma precipitação, as águas pluviais espontaneamente escoam das regiões mais altas para as mais baixas de uma bacia hidrográfica.

Em virtude das alterações dos sistemas naturais, decorrente da ocupação urbana e da impermeabilização do solo, é necessária a introdução de estruturas artificiais – obras de engenharia - para controlar o escoamento espontâneo das águas pluviais. Isto é feito para evitar impactos na população que reside nas cidades.

Tabela 1.0 - Composição do Sistema de Drenagens Municipal de Águas Pluviais Urbanas (DMAPU:

Medidas Estruturais:	Medidas Não Estruturais:
Infraestruturas de coleta e transporte da água da chuva e de amortecimento de vazões de cheias;	Sistema de alerta de riscos hidrológicos;
Tratamento e disposição final.	Programa de educação ambiental.

A combinação dessas duas medidas permite a convivência da população com os impactos desencadeados pela ocorrência de eventos hidrológicos, como as precipitações.

No SNIS, a caracterização da prestação do serviço de DMAPU, nos municípios brasileiros, é realizada pelo módulo de Águas Pluviais - SNIS-AP. Neste módulo são levantadas, juntos aos municípios e instituições federais, informações de diversos tipos, como, por exemplo, a titularidade do serviço, cobrança, infraestrutura, dados financeiros, operacionais e de gestão de risco.

4.3.1- CONCEITOS BÁSICOS:

As inundações destacam-se em Santa Catarina em virtude da quantidade de ocorrências e a intensidade dos danos que estes fenômenos (inundações; enchentes e alagamentos) provocam.

Alguns autores têm definido inundação como a situação em que o fluxo de um rio ultrapassa os limites do seu leito normal, avançando sobre os terrenos localizados além de suas margens (Keller, E. A.-1986; Murck ET AL.-1986; Montgomery – 1997). Estes mesmos autores consideram enchentesas situações em que o rio ultrapassa a sua vazão média, deste modo podem existir situações em que o rio está em enchente, mas não existe inundação. Alagamento ocorre quando a água, normalmente proveniente de chuva, é represada, não escoando ou escoando lentamente, de modo a provocar a formação de um corpo de água em uma região normalmente seca, sem que ocorra o extravasamento de um rio.

A região aplainada que é periodicamente coberta pelas águas de um rio, normalmente constituída por depósitos formados pelo próprio rio, é chamada de planície de inundação.

Estudo realizado em diversas regiões do planeta tem demonstrado a relação entre a urbanização das bacias de drenagem e o aumento de inundações nesta mesma bacia. O número de vezes em que o rio extravasa suas margens é proporcional ao aumento da urbanização e da consequente impermeabilização. As inundações menores, que ocorrem com maior frequência, e, portanto com menor intervalo de recorrência, são mais afetadas pela urbanização, aumentando a sua magnitude, que as chamadas grandes inundações com maiores intervalo de recorrência.

As preocupações com a hipertrofia das cidades, o crescimento anormal das regiões urbanas, o mau uso generalizado dos solos, a deterioração do meio ambiente e a agressão cada vez mais acentuada às reservas hídricas, têm sido alvo de preocupação constante nas últimas décadas.

A intensa urbanização, a ocupação desordenada das planícies de inundação, o desmatamento e diversos outros fatores, geoambientais têm contribuído para aumentar os danos e prejuízos

causados por estes fatos ao longo dos anos, principalmente as inundações e os escorregamentos de encostas.

Devido às características do relevo, há uma tendência natural de que a ocupação humana de uma bacia hidrográfica ocorra no sentido de jusante para montante. Como quase não há controle público sobre a urbanização indisciplinada das cabeceiras da bacia, além de não haver ampliação da capacidade de macrodrenagem, há um aumento significativo na frequência das enchentes, o que acaba por provocar prejuízos periódicos e desvalorização de propriedades, principalmente para as populações assentadas a jusante, em consequência da ocupação a montante.

É necessária a quantificação do impacto das condições reais da urbanização sobre o escoamento, para que se possa disciplinar a ocupação do solo, através de uma densificação que seja compatível com os riscos de inundação. A construção de pequenos reservatórios em parques e áreas públicas e o controle sobre a impermeabilização dos lotes e das vias públicas deve ser adotada antes que o espaço seja ocupado. A construção de reservatórios e diques, a ampliação das calhas dos rios e outras soluções estruturais de alto custo podem ser evitadas com o planejamento racional da ocupação urbana, porém em áreas já ocupadas cabe ao técnico orientar o poder público para estudar a melhor solução, sob o ponto de vista hidráulico e hidrológico.

Parece desnecessário dizer que a escolha do destino da água pluvial deve ser feita segundo critérios éticos e econômicos, após análise cuidadosa e criteriosa das opções existentes. De qualquer maneira, é recomendável que o sistema de drenagem seja tal que o percurso da água entre a sua origem e seu destino seja o mínimo possível. Além disso, é conveniente que esta água seja escoada por gravidade. Porém, se não houver esta possibilidade, pode-se projetar estações de bombeamento para esta finalidade.

Dentre os diversos fatores decisórios que influenciam de maneira determinante a eficiência com que os problemas relacionados à drenagem urbana podem ser resolvidos, destacam-se a existência de:

a) Meios legais e institucionais para que se possa elaborar uma política factível de drenagem;

b) Uma política de ocupação das várzeas de inundação, que não entre em conflito com esta política de drenagem urbana;

c) Recursos financeiros e meios técnicos, que possam tornar viável a aplicação desta política;

d) Empresas que dominem eficientemente as tecnologias necessárias para os projetos e que possam se encarregar da implantação das obras;

e) Entidades capazes de desenvolver as atividades de comunicação social e promover a participação coletiva;

f) Organismos que possam estabelecer critérios e aplicar leis e normas com relação ao setor.

Há, além disso, a necessidade de que as realidades complexas de longo prazo em toda a bacia sejam levadas em consideração durante o processo de planejamento das medidas locais de curto e médio prazo. Por fim, não menos importante, a opinião pública deve ser esclarecida, sejam por campanhas educativas ou por audiências públicas.

4.3.2 - CONSEQUÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES:

Os resultados de um episódio de inundação ou alagamento podem ser classificados em primários e secundários. Consequências primárias são aquelas causadas diretamente pelo evento considerado, enquanto que são secundárias aquelas causadas pela interrupção ou mau funcionamento de serviços e sistemas em virtude da inundação (Keller, 1996). Relacionamos as principais consequências e sua classificação.

Consequências Primárias	Consequências Secundária
Danos nos equipamentos e móveis das moradias;	Destruição de terrenos agrícolas;
Prejuízos para a estrutura das construções;	Destruição de parques e habitat naturais;
Destruição de pontes, ruas, passarelas e diques;	Impactos para a saúde (veiculação de doenças, choques elétricos, etc);
Destruição de sítios históricos;	Interrupção no sistema de transportes;
Perda de produtos agrícolas;	Interrupção no sistema elétrico;
Inundação de cemitérios;	Falta d'água;
Deslocamento e abrigo da população;	Impactos em preços de produtos agrícolas;
Prejuízos e perdas de veículos;	Impactos econômicos;
Perdas de vidas;	Outras.
Mudanças nos canais de rios;	
Outras	

4.3.3 - FATORES QUE CONTROLAM AS CONSEQUÊNCIAS DAS INUNDAÇÕES

Diferentes fatores podem agravar ou atenuar os efeitos de inundações e alagamentos, sendo que a maioria destes fatores está relacionada a características dos terrenos, da precipitação e do tipo da possível ocupação que possa existir da área afetada. A inundação normalmente é uma função da relação precipitação e escoamento superficial. Estes fatores são afetados pela declividade, tipo de rocha e solo entre outras características. O desenvolvimento de uma região também pode afetar decisivamente esta equação, especialmente através da urbanização e das diferentes alterações nos sistemas de drenagem, dentre eles destacam-se:

a) Uso do solo nas áreas inundáveis;

b) Magnitude, nível e velocidade da água;

c) Frequência das inundações;

d) Rapidez da enchente e sua duração;

e) Época do ano;

f) Carga dê sedimentos depositados;

g) Efetividade da previsão, alertas de emergência.

4.4- ASPECTOS LEGAIS

4.4.1 - DISCIPLINAMENTO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

O disciplinamento do uso e ocupação do solo será definido no Plano Diretor da cidade, que além destes tópicos deverá dispor também sobre expansão urbana, parcelamento do solo urbano, habitação, saneamento básico e transporte urbano.

Formalmente, o plano diretor é uma lei municipal, obrigatória para município com população superior a 20.000 habitantes e que deve ser o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento das funções sociais da cidade e garantir o bem-estar dos habitantes (Constituição Federal, artigo 182). Em Bombinhas a obrigatoriedade se dá em função da Lei 10.257/2001, Art. 41, parágrafo IV do estatuto das Cidades – área de especial interesse turístico.

Em termos de drenagem o disciplinamento inadequado do uso do solo pode levar a consequências desastrosas para o controle de inundações. Quando permite a implantação de áreas impermeáveis, gera impactos nas cheias a jusante; quando permite a ocupação de áreas de risco, gera principalmente danos materiais e humanos.

O ordenamento preventivo da ocupação da bacia possibilita o enfrentamento das causas que levam ao agravamento dos problemas correlacionados a cheias e inundações, tais como: o desmatamento de cabeceiras e da mata ciliar dos rios e córregos; a impermeabilização excessiva e a formação de barreiras para o livre escoamento das águas entre outros atores relacionados à conservação de suas características ambientais.

4.4.2 - LEIS DE USO DO SOLO E O DIREITO DE PROPRIEDADE:

O direito de propriedade é exercido com as restrições legalmente estabelecidas. Todavia, a restrição não pode inviabilizar o uso econômico da propriedade, sob pena de se caracterizar

uma desapropriação indireta, acarretando ao Poder Público, a obrigação de indenizar o proprietário.

É o caso de normas de proteção à margem de cursos d'água inviabilizando lotes já regularizados. Portanto, legislação dessa natureza não pode ser elaborada sem prévio conhecimento da realidade física e jurídica dos recursos a disciplinar.

As restrições urbanísticas condicionam o uso e a ocupação da propriedade quando impõe zoneamentos que estreitam as opções ao proprietário quanto à destinação do imóvel, e quando estabelecem índices, coeficientes, gabaritos e outros limitadores da edificação nos terrenos.

4.4.3 - OCUPAÇÕES IRREGULARES:

É indispensável que a lei de uso e ocupação do solo e as políticas públicas atentem para a realidade socioeconômica da população e definam espaço viável para suas camadas mais pobres. Leis restritivas, sem políticas de incentivo à ocupação desejada, geram áreas vazias que fatalmente, serão ocupadas pelos que não tem teto ou moradias, nem, viabilidade para sua obtenção.

4.4.4 - LICENCIAMENTO DE ATIVIDADES E OBRAS COM IMPACTO NA DRENAGEM:

O licenciamento do uso do solo, em escala municipal, permite que uma gama de atividades de pequeno porte, e mesmo as obras públicas com alguma interferência na drenagem urbana, sejam licenciadas e controladas a partir do atendimento às diretrizes e padrões estabelecidos pela própria legislação municipal.

É de notar que essas normas municipais não abrangem apenas empreendimentos sujeitos ao licenciamento ambiental, mas alcançam também, edificações e empreendimentos que a ele não se sujeitam: construções de supermercados e centros de compras, por exemplo; além disto, devem se sujeitar a normas urbanísticas relativas à impermeabilização, reservação ou infiltração das águas pluviais.

4.5 - MACRODRENAGEM

Poucas cidades, no Brasil, têm-se preocupado em desenvolver um planejamento efetivo de controle das enchentes. Na maioria das vezes buscam-se soluções estruturais baseadas no conceito de afastamento das águas pluviais para a remediação dos efeitos da urbanização não

controlada. Essas soluções consistem geralmente na ampliação da capacidade hidráulica dos leitos menores dos rios, com a eliminação de singularidades, aumento da seção transversal e redução da rugosidade com o revestimento da calha. Estas soluções são efetivas na redução das inundações das áreas adjacentes e a montante dos trechos onde são aplicadas, entretanto provocam o aumento das vazões escoadas pelo sistema de drenagem, aumentando o risco de inundação em áreas a jusante. Surgem então novas áreas inundáveis e novamente a necessidade de obras estruturais que aumentam a capacidade do sistema de drenagem.

Por outro lado, a canalização de córregos, atrai uma população ainda maior para as regiões ribeirinhas, reduzindo o espaço destinado ao escoamento das vazões de cheia, confinando o sistema hídrico a um espaço cada vez mais reduzido.

Figura 1 – Exemplo de confinamento do sistema hídrico.



Por se tratar de intervenções que melhoram o aspecto sanitário e urbanístico de uma região e que abrem novos espaços, muitas vezes utilizados para implantação de vias de fundo de vale, a canalização de córregos acaba por se transformar também em um indutor de crescimento urbano.

Buscando minimizar as consequências da ação do homem sobre o meio ambiente apresentamos a seguir um plano de ações a serem implantadas pelo poder público e pela sociedade em busca da minimização das consequências das cheias dos rios do município.

Um plano de drenagem e macrodrenagem das bacias dos rios que compõem o sistema hidrográfico de Bombinhas visa fornecer às instituições públicas e à população do município, subsídios técnicos e institucionais que permitam reduzir os impactos das cheias na sua área de abrangência. O poder público pode e deve atuar no sistema de drenagem do município da forma a implementar medidas preventivas e corretivas.

Em agosto de 2009, foi apresentado o **Plano de Macrodrenagem, objeto** do contrato nº 03/2009 celebrado com a Associação dos Municípios da Região da Foz do Rio Itajaí – AMFRI, relativos ao convênio com a prefeitura municipal.

O estudo foi realizado levando-se em consideração todas as seis bacias hidrográficas identificadas no município, os principais rios (Rio Barreiro, Rio da Barra, Rio Bombinhas, Rio Pardo e Rio Passa-Vinte) e seus afluentes, assim como os demais riachos e córregos do município, considerados como pertencentes ao sistema de macrodrenagem.

Este diagnóstico apresenta em suma os principais pontos críticos com relação à drenagem de águas pluviais do município, levantados no Plano de Macrodrenagem.

Este documento apesar de ter mais de dez (10) anos, foi a base do PMSB/2010 de Bombinhas, é a única referência encontrada pela COMISSÃO REVISORA, que contém um diagnóstico da situação da drenagem urbana do município, identificando as áreas críticas e sob risco de inundação. As áreas inundáveis foram mapeadas com base nas observações de campo e na análise do histórico de inundação fornecido pela prefeitura municipal e complementadas com pesquisa junto à população local. Para cada uma das bacias identificadas foram propostas ações que buscam minimizar a ação das inundações na área.

4.5.1 - AÇÕES PREVENTIVAS E CORRETIVAS

O divórcio entre urbanismo e drenagem pluvial levou muitas cidades a terem problemas críticos de inundações e agravamento de enchentes. O ideal é que a integração do urbanismo e do sistema pluvial para o controle da drenagem urbana seja feita de modo preventivo, na hora do projeto, mas o passivo do passado conduz a muitas situações de remediação, ou seja, muitas vezes são necessárias intervenções de natureza corretiva. Ressalte-se que o ideal é sempre atuar de modo preventivo, pois há vantagens de custo, técnicas e de melhoria do meio ambiente urbano.

A *drenagem urbana preventiva* não constitui uma lista de obras e suas especificações, mas um conjunto de princípios que devem dar prioridade a avaliação que cada impacto de cada alternativa do layout urbano sobre a drenagem, isto incluí a não modificação da drenagem

natural, sempre que possível, preservando as faixas vegetadas ribeirinhas e a conservação das superfícies permeáveis.

Na *drenagem urbana corretiva*, com a cidade construída, a dificuldade da gestão das águas pluviais é maior na medida em que a situação tende para aquela que é a realidade de muitos locais desenvolvidos: rede pluvial exclusivamente para evacuação rápida dos escoamentos; fundos de vale com papel exclusivo de drenagem pluvial (muitos são retificados e outros enterrados); vias urbanas e edificações ocupando áreas ribeirinhas e taxas de ocupação do solo e impermeabilização elevadas. Em consequência há muito pouco espaço físico para soluções alternativas. Apesar destes problemas, muitas soluções corretivas propostas pela drenagem urbana moderna são aplicáveis, sobretudo na macro drenagem, várias cidades brasileiras ainda exibem espaços físicos para estruturas de detenção, sejam por estruturas como os “piscinões” em São Paulo e Porto Alegre ou ao longo dos parques lineares junto aos rios em Curitiba.

As soluções corretivas também não têm limite de escala espacial. É possível pensar em soluções tanto para a macrodrenagem quanta para a microdrenagem, ou seja, do lote aos arroios urbanos, passando por loteamentos e bairros.

Para efeito do estudo são consideradas como pertencentes ao sistema de macrodrenagem todas as seis bacias hidrográficas identificadas no município, os principais rios (Rio Barreiro, Rio da Barra, Rio Bombinhas, Rio Pardo e Rio Passa-Vinte) e seus afluentes, assim como os demais riachos e córregos do município.

Os estudos se darão de forma individual para cada uma das bacias hidrográficas, bem como a proposição de medidas de controle estruturais; será dada ênfase principalmente aos locais onde ocorreram alagamentos e inundações.

As medidas de controle dão ênfase ao controle do escoamento superficial. Portanto, a redução das inundações pode depender das medidas de controle implantadas nas regiões de montante. O sucesso do plano está condicionado à implantação de medidas de controle em todo o município, não apenas em pontos críticos ou de maior interesse turístico ou socioeconômico.

Novos empreendimentos poderão causar impacto sobre o sistema de macrodrenagem. Portanto, a viabilidade do plano está condicionada a alteração da legislação municipal e obediência a legislação federal e estadual no que concerne à ocupação do solo, implantação de sistemas artificiais de drenagem, proteção das matas ciliares e áreas de preservação.

As principais medidas de controle a serem implantadas consistem em ações estruturais como obras de retenção e não estruturais como implantação de códigos e leis que regulamentem o zoneamento, parcelamento do solo, etc.

4.5.2 - POLÍTICAS E AÇÕES ESTRUTURAIS

O objetivo principal do diagnóstico das bacias hidrográficas de drenagem do município de Bombinhas é a verificação das condições de escoamento dos principais rios e córregos que cortam a cidade, visando um cenário de redução dos impactos negativos das inundações considerando-se aspectos econômicos, sociais e ambientais, a ser desenvolvido no cenário das inundações.

As ações a serem implementadas podem ser classificadas como estruturais e não-estruturais dependo se incluem obras civis ou medidas de natureza institucional e legal, respectivamente. Estas ações podem ocorrer em diferentes horizontes temporais: curto, médio ou longo prazo. Adicionalmente, existem ações de caráter permanente na forma de supervisão, controle, operação e manutenção do sistema sem as quais se corre o risco de ter um sistema muito bem planejado e executado em funcionamento de forma deficiente.

No desenvolvimento das ações deverá ser levada em conta a natureza dinâmica das demandas na bacia hidrográfica, bem como os avanços tecnológicos na área da engenharia de recursos hídricos. Este ponto é importante para permitir a atualização periódica das ações a serem tomadas.

As ações ou medidas estruturais são obras de engenharia a serem implementadas para reduzir o risco das enchentes. Estas medidas podem ser extensivas ou intensivas.

As medidas extensivas são aquelas que agem no contexto global da bacia, procurando modificar as relações entre precipitação e vazão, como a alteração da cobertura vegetal do solo, que reduz e retarda os picos de enchentes e controla a erosão da bacia.

As medidas intensivas são aquelas que agem numa escala menor, nos cursos d'água e superfícies, podem ser obras de contenção como diques, de aumento da capacidade de descarga como retificações, ampliações de seção e corte de meandros de cursos d'água, de desvio do escoamento por canais e de retardamento e infiltração, como reservatórios, bacias de amortecimento e dispositivos de infiltração no solo.

As medidas estruturais não são projetadas para dar uma proteção completa ao sistema, pois isto exigiria um dimensionamento contra a maior enchente possível, o que é física e economicamente inviável na maioria das situações.

Em termos de produto imediato de medidas e ações a serem desenvolvidas relacionamos algumas recomendações:

a) Intervenções estruturais: compostas por redes de galerias de águas pluviais, canais abertos ou fechados, bacias de detenção ou retenção, diques, bacias de sedimentação, estruturas dissipadoras de energia, etc. Dentro destas intervenções estão às soluções que

denominamos de obras com responsabilidade compartilhada, nas quais o empreendedor è responsável pela compensação dos prejuízos ou risco gerado pelo seu empreendimento. Enquadram-se aí as compensações por impermeabilização de terrenos e alterações nos canais de drenagem;

b) Ações não-estruturais: compostas por ações de outras naturezas tais como aquisição de terrenos para preservação, regulamentos, manual de práticas, reassentamentos, programas de inspeção e manutenção, sistemas de monitoramento de vazões e de alerta à inundação, incentivos fiscais para construção de reservatórios de retenção para águas pluviais de cheia nos lotes, entre outras;

c) Programa de implementação de um plano de ações imediatas: um programa que indique qual a instituição será responsável pela implementação de cada elemento e como deve ser o financiamento para implementação destes elementos.

4.4.2.1- Critérios de Priorização:

A implantação de medidas estruturais de controle de enchentes deve ser programada de modo que se obtenha, em cada bacia, e para o conjunto de obras a máxima eficiência no desempenho dos elementos componentes do sistema, assim como o melhor fator custo/benefício. Outro fator a ser observado na programação é a minimização das interferências com outras obras programadas ou sistemas existentes da infraestrutura urbana ou da iniciativa privada.

Recomenda-se que alguns critérios sejam levados em conta na programação da implantação das medidas estruturais:

a) Medidas de controle que efetuam a retenção de águas pluviais (lagoas de acumulação) devem ser implantadas, em uma mesma bacia, de montante para jusante;

b) As medidas de controle que aumentam a capacidade de escoamento (melhoria das condições dos canais, incremento da vazão dos dispositivos, etc.) devem ser implantadas, em uma mesma bacia, de jusante para montante;

c) As lagoas de acumulação devem ser implantadas em bacias despoluídas, isto é, após a execução das obras dos sistemas de esgotamento sanitário;

d) As implantações de obras de drenagem e de despoluição, em uma mesma bacia, devem ser executadas conjuntamente;

e) A priorização das obras, entre as bacias, deve seguir a relação custo/benefício do conjunto de obras de drenagem e despoluição.

4.5.3 - POLÍTICAS E AÇÕES NÃO-ESTRUTURAIS

As ações ou medidas não-estruturais procuram reduzir impactos sem modificar o risco das inundações naturais, e em alguns casos, estipular princípios que revertam os riscos artificialmente majorados por ações antrópicas às condições naturais.

Em drenagem urbana, ações não-estruturais abrangem mecanismos de implementação de princípios básicos (filosofia) e de como esses princípios devem ser respeitados (legislação, normas, manuais técnicos) e de preparação da sociedade para que venham a ser implantados e obedecidos na atualidade e no futuro. O custo de proteção de uma área através de medidas estruturais, em geral, é superior ao de medidas não-estruturais.

Assim, as medidas não-estruturais aqui propostas tem o objetivo de reduzir os impactos ambientais, os prejuízos financeiros e sociais provocados pelas inundações decorrentes do desenvolvimento humano.

As medidas não estruturais foram agrupadas nos seguintes elementos:

a) Legislação federal, estadual e municipal para o controle dos impactos;

b) Administração;

c) Educação.

4.4.3.1 – Legislação:

A legislação é uma das principais medidas não-estruturais propostas, pois busca disciplinar o desenvolvimento urbano considerando os impactos futuros relacionados com as águas pluviais, evitando que se agravem. Dentro destas medidas se destacam:

a) Restrições à ocupação das áreas de risco de inundação ribeirinha;

b) Restrição à ocupação das áreas de risco de erosão;

c) Restrição ao aumento da vazão de inundação devido à urbanização (impermeabilização do solo);

d) Incentivos à preservação das áreas permeáveis;

e) Preservação das faixas de proteção da drenagem natural e urbana segundo o Código Florestal Brasileiro (Lei Nº 4.771 de 15 de setembro de 1.965).

4.4.3.2 – Administração:

A administração representa a gestão do processo de implementação das medidas de controle do plano através de um sistema institucional apropriado. Na gestão devem ser previstas atuações coordenadas do Estado e do município.

Compete à gestão administrativa a avaliação dos projetos, fiscalização e manutenção dos sistemas de drenagem e da ocupação das áreas ribeirinhas buscando através destas ações minimizar ao impacto das inundações.

4.4.3.3 – Educação:

A educação sobre os diversos fatores que envolvem a drenagem urbana e sobre as proposições do plano de macrodrenagem é fundamental para que se alcance o sucesso desejado. A educação deve envolver todos os níveis de agentes e beneficiários:

a) População em geral;

b) Administradores públicos;

c) Engenheiros e arquitetos responsáveis pelas obras no ambiente urbano;

d) Engenheiros que atuam diretamente na gestão, planejamento e operação de sistemas de drenagem;

e) Fiscais de obras e serviços urbanos.

4.6 – AVALIAÇÃO DA SITUAÇÃO ATUAL E MEDIDAS DE CONTROLE DE CHEIAS

O processo de expansão do município ocorreu a grosso modo, de jusante para montante, em função de a cidade ter sido edificada junto à orla marítima. Assim, a montante a natureza predominava, o solo era altamente permeável e a sua tênue ocupação ainda não havia atingido as margens dos cursos d'água. A partir da década de 70, com a aceleração do processo de urbanização, ocorreu o rompimento deste equilíbrio e as águas das chuvas ganharam volume e velocidade nas galerias e nos muitos canais retificados.

A urbanização, sem as restrições adequadas de ocupação do solo, reduziu a permeabilidade através do desmatamento, das escavações, da pavimentação, da implantação de sistemas de micro e macrodrenagem, da canalização e da retificação de córregos e rios. Em consequência aumentaram os coeficientes de deflúvio superficial direto e a velocidade de escoamento superficial, com a decorrente diminuição dos tempos de concentração das bacias e o resultante acréscimo nas vazões de pico de cheias.

Desta forma, as medidas de controle de cheias propostas no plano de macrodrenagem atuam unicamente como mitigadoras dos impactos negativos provocadas pela ocupação urbana

quando esta não é realizada de maneira a respeitar o fenômeno natural das cheias ou a ampliação destas devido à impermeabilização do solo.

4.6.1 - AVALIAÇÃO DA CAPACIDADE DO SISTEMA ATUAL

A avaliação da capacidade do sistema atual de drenagem superficial do município de Bombinhas, de acordo com o Plano de Macrodrenagem, foi feita através do levantamento dos pontos críticos do sistema existentes e na identificação das causas da existência desses pontos, através de pesquisa na prefeitura municipal e em levantamentos de campo.

4.6.2 - APRESENTAÇÃO

Embora a prevenção seja o caminho mais fácil, mais seguro e menos custoso para dar respostas às emergências e contingencias, não há prevenção capaz de reduzir totalmente possibilidade da ocorrência de eventos e, assim, a preparação para as ações de resposta é extremamente importante.

Em eventos de evolução súbita, a implementação de respostas rápidas e articuladas mostra-se fundamental para a redução de danos e prejuízos, podendo inclusive determinar o salvamento de vidas humanas em situações de alta criticidade.

Para que seja possível dar respostas a esses eventos, o Plano de Emergências e Contingências para o Saneamento Básico (PECSB) apresenta um conjunto de ações desenvolvidas para os quatro componentes do saneamento básico. É fundamental que conte com a participação da sociedade, das instituições governamentais e não governamentais em seu processo de planejamento e aplicação, ainda que o PECSB seja capaz de trazer e difundir as possibilidades de capacitação de recursos humanos e as formas de articulação entre os diversos órgãos, empresas e comunidade. Desta forma, o PECSB será eficiente e possibilitará respostas necessárias às situações adversas.

O objetivo principal desse diagnóstico das bacias hidrográficas de drenagem do município de Bombinhas é a verificação das condições de escoamento dos principais rios e córregos que cortam a cidade, visando um cenário de redução dos impactos negativos das inundações considerando-se aspectos econômicos, sociais e ambientais, a ser desenvolvido no cenário das inundações.

A avaliação da capacidade do sistema atual de drenagem superficial do município de Bombinhas foi feita através do levantamento dos pontos críticos do sistema existente de macrodrenagem e na identificação das causas da existência desses pontos.

Este trabalho foi feito através de pesquisa na prefeitura municipal e em levantamentos de campo. Na prefeitura procurou-se fazer a identificação da evolução e histórico dos pontos críticos e qual o tratamento empregado pela administração na solução ou minimização dos problemas gerados. Os levantamentos de campo consistiram no reconhecimento in loco dos pontos críticos, avaliação expedita dos dispositivos de drenagem e identificação das áreas de inundação através do preenchimento de um formulário, juntamente com os técnicos da prefeitura.

A pesquisa possibilitou a geração de informações sobre as áreas inundadas ao longo das bacias do município. Além dos questionários, foram utilizados também mapas das áreas afetadas, onde foram destacadas as manchas de inundação.

Principais Problemas:

Os principais problemas observados comuns a todas as bacias com relação à drenagem são:

 Retificação e tubulação dos córregos;

 Dispositivos assoreados e obstruídos;

 Dispositivos, travessias e canalizações implantadas sem dimensionamento e declividade adequada, muitas vezes pelos próprios moradores, propiciando a formação de bacias fechadas, com água parada;

 Estrangulamentos (tubulação de montante com diâmetro superior a tubulação de jusante);

 Ocupação irregular nas margens dos córregos e sobre trechos canalizados;

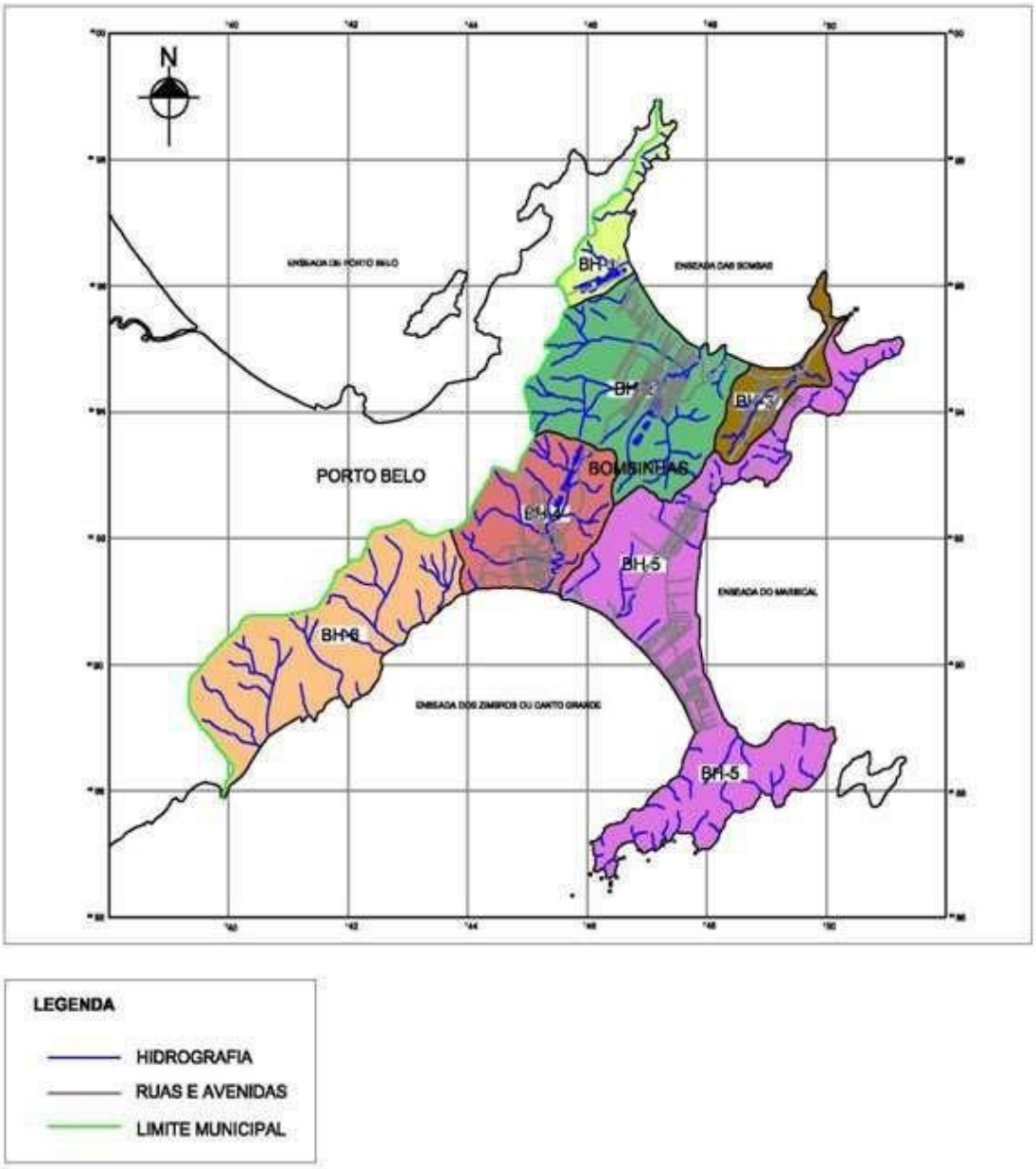
 Infra estrutura deficiente, falta de saneamento básico, urbanização, sistema

de coleta e destinação de águas pluviais, etc;

4.6.3 - BACIAS HIDROGRÁFICAS DE BOMBINHAS/SC:

São identificadas, no município de Bombinhas seis bacias hidrográficas principais, aqui denominadas BH1, BH2, BH3, BH4, BH5 e BH6. A delimitação destas bacias é apresentada na figura a seguir.

Figura 4 - Bacias hidrográficas do município de Bombinhas.



Fonte: Prefeitura Municipal de Bombinhas.

Nas bacias hidrográficas do município, a captação das águas pode desaguar diretamente nos mares através dos cestões rochosos, ou percorrer as planícies litorâneas que formam os rios e pequenos estuários nas suas desembocaduras e, nas cidades, formam os Sistemas Urbanos de Drenagem.

4.6.3.1 – Bacia Hidrográfica 1 – BH-1

4.6.3.1.1 - Caracterização do Sistema:

A BH-1 (figura 36) está localizada ao norte do município, no bairro de Bombas e abrange uma extensão territorial de cerca de 1.613.274 m². Seu principal curso d'água é o Rio Barreiro (também conhecido como Rio Zé Estevão), possui uma extensão de 1.159 m.

Na BH-1 o sistema de drenagem ocorre por captação das águas sarjetas das vias, através de bocas de lobo, conduzidas por ramais a tubulações principais, estas desaguam no Rio José estevam, e esse tem sua foz na Praia de Bombas.

Figura 36 - Vista geral da BH-1 – Bairro Bombas.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021:

4.6.3.1.2 - Sistema Atual de Drenagem:

A capacidade de escoamento do sistema de drenagem local, na situação atual, foi superada, o que é evidenciado pelo estrangulamento das seções de vazão das galerias existentes.

De uma maneira geral, os alagamentos são consequência das intervenções sem orientação técnica implantadas pela própria população ou pelo poder público, a seu pedido.

Diversas melhorias no sistema de drenagem foram executas entre 2015 e 2021, como contenção nas margens do Rio José Estevam, a reconstrução da Ponte na Rua Azulão aumentando a vazão do Rio José Estevão, a drenagem da Rua Aracuã entre outras obras

Além dos problemas comuns (com relação à drenagem superficial Urbana) a todas as bacias, observa-se na **BH-1** que:

a) O bairro está localizado no fundo do vale com as edificações interceptando o “caminho natural” das águas que escoam das encostas;

b) Retificação e tubulação dos córregos;

c) Travessias e canalizações implantadas sem dimensionamento e declividade adequada;

d) Dispositivos assoreados e obstruídos;

Figura 37 - Dispositivo parcialmente obstruído pelo assoreamento.



Fonte: Unidec

4.6.3.1.3 - Singularidades:

Caracterizam-se por singularidades as obstruções existentes ao longo do caminhamento dos córregos e rios. Estas podem ser travessias podem ser de ruas (bueiros, galerias e pontilhões), passarelas e qualquer outro obstáculo existente que dificulte a passagem da vazão afluente a um determinado ponto.

As singularidades encontradas nesta bacia são:

a) Bueiros tubulares de concreto com diâmetros variando entre 40 e 120 cm,

b) Bueiro celular de concreto de 2,00 x 2,00 m; Ponte em concreto armado de 10,00 x 12,00 m.

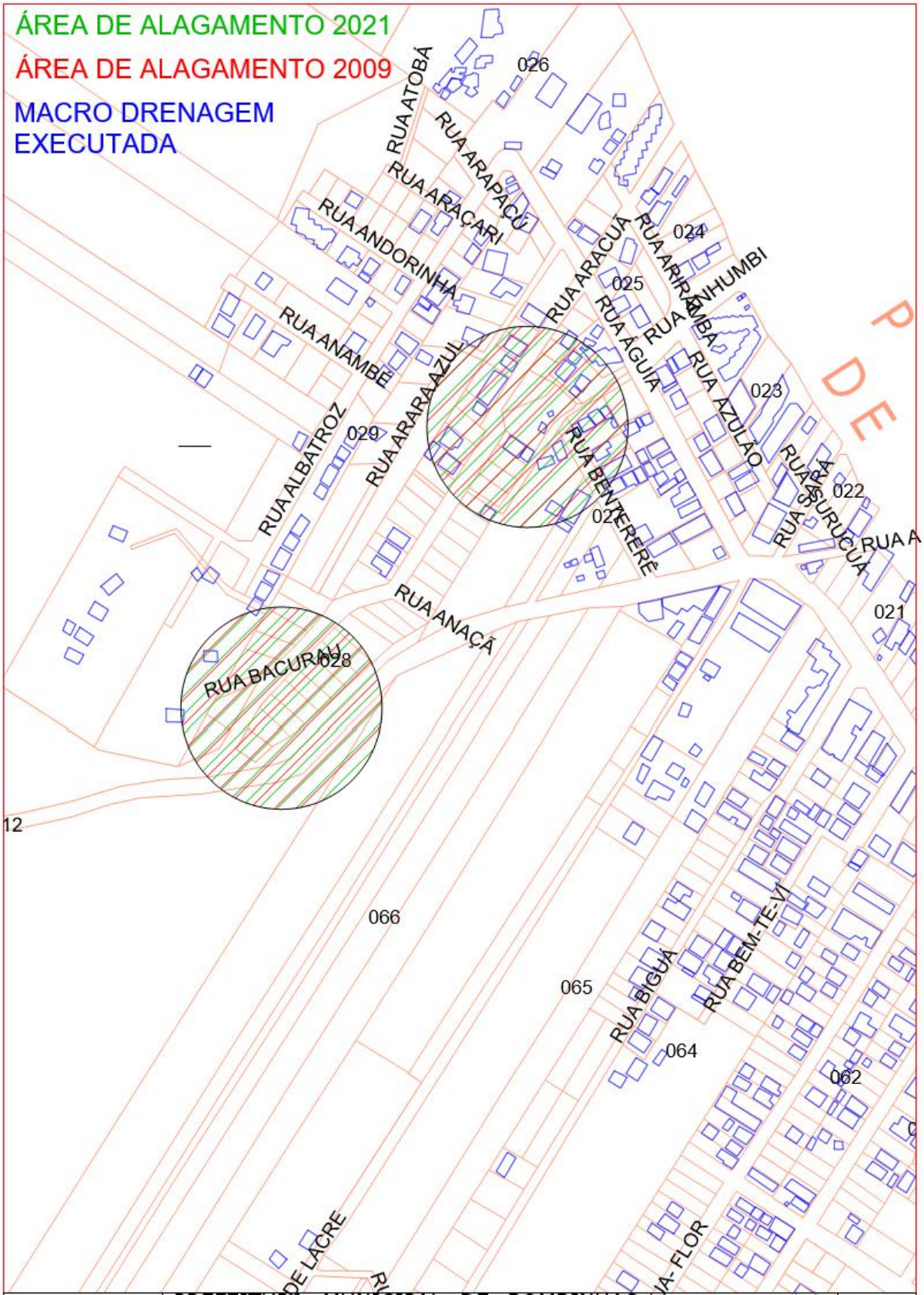
4.6.3.1.4 - Áreas Inundáveis:

A BH1 (figura 36) apresenta uma área inundável de aproximadamente 41.493 m² e atinge as Ruas Albatróz, Aracuã, Arirambá, Anhambi, Azulão (figura 38), Águia e Bentererê.

Por se tratar de área de vale a BH-1 está em monitoramento constante, apesar da melhoria da infraestrutura de drenagem dois pontos estão mapeados como áreas inundáveis, visto terem sofrido com inundações nos últimos anos.

Figura 38 - Ponto de inundação - ponte da Rua Azulão - ocupação das margens do córrego.





PREFEITURA MUNICIPAL DE BOMBINHAS SECRETARIA DE CAPTAÇAO DE RECURSOS E INVESTIMENTOS				ARQUIVO 2021
ASSUNTO	COMPARATIVO ÁREAS DE INUNDAÇÕES 2009 E 2021		PAULO HERIQUE DALAGO MULLER PREFEITO MUNICIPAL	DATA 15/02/2021
ENDEREÇO	RUA ARACUÃ E BR SC 412 - BOMBAS - BOMBINHAS			
CONTEÚDO DE PRANCHA PLANTA	ESCALA .	PRANCHA 01/10	RAUL MATEUS DA SILVA RESPONSÁVEL TÉCNICO	DESENHO RAUL MATEUS

Figura 39: Vista foz da BH 01.



4.6.3.1.5 - Uso do Solo:

A bacia do Rio Barreiro é caracterizada pela ocupação urbana e área de interesse ambiental.

A área urbana ocupa principalmente os baixios e possui área aproximada de 155.115 m² representando 9,6% da área total da bacia.

A área de interesse ambiental é caracterizada pela ocupação das encostas por florestas e vegetação densa. Possui área aproximada de 1.458.159 m².

4.6.3.1.6 - Medidas Estruturais Propostas:

A seguir são relacionadas as medidas estruturais para controle das inundações das Bacias Hidrográficas do município de Bombinhas/SC.

a) Limpeza, desobstrução e desassoreamento dos canais e bueiros;

b) Dimensionamento e substituição dos dispositivos que não apresentam suficiência hidráulica;

c) Desocupação/indenização dos leitos dos cursos d'água e de suas margens conforme indicado na legislação;

d) Recomposição da mata ciliar;

e) Implantação de infra-estrutura básica.

Para uma avaliação das estruturas de obras de arte corrente e especiais existentes, submeteu-se a bacia hidrográfica BH 1 a um modelo hidrodinâmico de simulação. Detectaram-se, pontos críticos de enchente no sistema de drenagem urbana da bacia BH 1, Rio Barreiro tais como : as galerias tubulares que servem de travessia na Rua Albatroz; a galeria celular 2,00 X 2,00 m na Rua Águia; a Ponte da Rua Azulão.

Conforme plano de macrodrenagem aprovado a necessidade de alteração e adequação nos seguintes pontos.

Tabela 1: Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 1.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Rua Albatroz	Tubos de 1,20 m de diâmetro.	Tubos de 1,80 m de diâmetro	Tubulação sub-dimensionada e retificação irregular do canal
Rua Águia	Galeria celular 2,00 x 2,00 m	Galeria Celular de 6,50 x 1,50 m	Galeria sub-dimensionada
Rua Azulão	Ponte de concreto de 6,30 X 10,00 m	Ponte de concreto armado de 12,00 X 10,00 m.	Ponte baixa e com vão pequeno

A execução da ponte em concreto armado na Rua Azulão, executada em 2018, adequando a situação ao modelo matemático utilizado para cálculo de drenagem, os pontos da rua Albatroz e Rua Águia na programação de melhorias aos sistemas de drenagem.

4.6.3.1.7 - Previsão de Investimento:

Tabela 2 – Previsão de Investimento – BH1 – Plano de Macrodrenagem 2009.

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento (R$)
Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	40.500,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	54.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	540 m	1.350.000,00
Implantação de pontes	Área urbana	120 m²	360.000,00
Implantação de infra estrutura básica	Área urbana	6 km	3.600.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	14.000 m²	72.940,00

Projetos	Área urbana	vb	273.872,00
		Parcial	**5.751.312,00**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	32.600 m²	**R$ 11.295.000,00**
		Total	**R$ 17.046.312,00**

Os custos de infra-estrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem , drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-1, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Tabela 3 – investimentos executados – BH1.

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento (R$)
1.0 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	15.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	15.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	100	200.000,00
Implantação de pontes	Área urbana	120 m²	250.000,00
Implantação de infra estrutura básica	Área urbana	1	600.000,00
Projetos	Área urbana	vb	40.000,00
		Parcial	**1.120.000,00**
2.0 - Indenizações:			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**1.120.000,00**

4.6.3.2 - Bacia Hidrográfica 2 – BH-2

4.3.4.2.1 - Caracterização do Sistema:

A BH-2 (figuras 40 e 41) abrange os bairros de Bombas, Zé Amândio, apresenta uma área aproximada de 7.662.606 m². Seu principal curso d'água é o Rio da Barra que possui uma extensão de 2.506 m.

Figura 40- Vista geral da BH-2 – Bairros de Bombas e Zé Amândio.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021.

4.3.42.2.2 - Sistema Atual de Drenagem:

A BH-2 se encontra na área com maior densidade demográfica do município, sendo também a região mais atingida e que mais apresenta problemas com relação a inundações.

Além dos problemas comuns a todo município com relação ao escoamento das águas pluviais, as peculiaridades de cada bairro da BH-2 são:

a) Bairro Zé Amândio:

- Bairro implantado sobre uma área de alta umidade, com nascentes e áreas de banhado que foram aterradas;
- Córregos e canais contaminados por efluentes domésticos;
- Remoção, desmatamento da vegetação ciliar;
- Projeto viário não favorece a drenagem, conjuntos de ruas formam depressões (bacias fechadas);

Figura 40: Vista geral da BH-2 – Bairros de Bombas e Zé Amândio.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021.

b) Bairro de Bombas – Avenida Fragata:

- Avenida localizada ao longo de afluente retificado do Rio da Barra;

 Ocupação das várzeas inundáveis (área adjacente à avenida);

 Travessias implantadas ao longo da avenida não possuem suficiência hidráulica (figura 44);

 Nível d’água no canal sofre influência da variação da maré;

 Assoreamento e acúmulo de lixo na seção do canal;

 Remoção, desmatamento da vegetação ciliar.

Figura 40: Vista geral da BH-2 – Bairros de Bombas e Zé Amândio.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021.

4.6.3.2.3 **-** Áreas Inundáveis:

As principais áreas inundáveis da BH-2 estão localizadas no Bairro Zé Amândio e ao longo da Avenida Fragata e apresentam uma área de aproximadamente 773.893 m².


ÁREA DE ALAGAMENTO 2021
ÁREA DE ALAGAMENTO 2009
MACRO DRENAGEM
PREFEITURA MUNICIPAL DE BOMBINHAS
SECRETARIA DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS E INVESTIMENTOS
COMPARATIVO ÁREAS DE INUNDAÇÕES 2009 E 2021
AV. FRAGATA, TRECHO DA AV. FALCÃO E BAIRRO JOSÉ AMANDIO
PLANTA
02/10
2021

4.6.3.2.4 - Uso do Solo:

O tipo de ocupação da BH-2 é principalmente urbana, sendo que apenas as área mais altas e a área onde encontra-se o mangue podem ser consideradas como Área de Interesse Ambiental.

A ocupação urbana possui área aproximada de 3.853.053 m², sendo que a Área de Interesse Ambiental representa 49,7 % da área total da bacia (3.809.553 m²).

4.6.3.2.5 - Singularidades:

Caracterizam-se por singularidades as obstruções existentes ao longo do caminhamento dos córregos e rios. Estas podem ser travessias podem ser de ruas (bueiros, galerias e pontilhões), passarelas e qualquer outro obstáculo existente que dificulte a passagem da vazão afluente a um determinado ponto. As singularidades encontradas nesta bacia são:

Bueiros tubulares de concretos com diâmetros variando entre 40 e 150 cm;

Bueiros celulares de concreto de 2,00 x 2,00 m;

Pontilhões em concreto armado de 7,60 x 8,80 m (rua Pavão) e 10,00 x 8,50 (Rua Leopoldo Zarling);

Pontilhões em madeira de 5,00 x 4,30; 7,50 x 3,00.

4.6.3.2.6 - Medidas Estruturais Propostas:

Na BH-2, no que tange ao bairro José Amandio as intervenções propostas buscam minimizar o efeito das inundações, melhorando assim a qualidade de vida de seus moradores, mas levando em conta o atendimento a legislação vigente no que concerne à ocupação das margens de cursos d'água (Plano Diretor do município e Código Florestal Brasileiro).

Conforme plano de macrodrenagem de 2009, aprovado a necessidade de alteração e adequação nos seguintes pontos:

Tabela 1 - Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 2.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Bairro Zé Amândio	Tubos de diâmetros variados.	Tubos de diâmetro inicial 1,00m; Gal. Cel de seção variando de 2,00 x 2,00 m até 3,50 x 3,50 m; canal de seção de fundo com 9,50 m de base.	Tubulações subdimensionadas; valas e canais de drenagem assoreados; Construção irregular nas margens e fundos de vale; grandes áreas impermeabilizadascanal
Avenida Fragata	Canal em terra com seção variável de pouca profundidade; tubos de travessia com seção insuficiente; Galeria celular 2,00	Tubos de diâmetro inicial 1,00m; canal revestido com seção em "U" variando de 4,00 x 2,00 até 6,00 x 2,00 (B x H)	Ponte com altura muito baixa, vão pequeno e largura insuficiente.

	x 2,00 m com seção de vazão irregular.		
Avenida Leopoldo Zarling	Ponte em concreto de 8,50 X 10,00 m	Tubos de diâmetro inicial 1,00m; Gal. Cel de seção variando de 2,00 x 2,00 m até 3,50 x 3,50 m; canal de seção de fundo com 9,50 m de base.	Ponte com altura muito baixa, vão pequeno e largura insuficiente.
Rua Pavão	Ponte em concreto de 7,60 X 8,80 m	Ponte de concreto armado de 30,00 de vão, comprimento de no mínimo 35,00 e largura de 20,00m	Ponte baixa, com vão pequeno e largura insuficiente.

Executou-se a obra de drenagem da Avenida Fragatas atendendo uma demanda de solicitações das comunidades do municípios, executou uma ponte sobre o Rio da Barra na Rua Elefante, além de macrodrenagem no bairro José Amândio, e extravasores para o Rio da Barra.

4.6.3.2.7 - Previsão de Investimento:

Tabela 2 – Previsão de Investimento – BH2 – Plano de Macrodrenagem 2009.

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANEEL (R$)
AVENIDA FRAGATA			
1.0 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	135.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	1800 m	4.500.000,00
Implantação de Pontes	Área urbana	600 m²	1.800.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	2 km	1.200.000,00
Projetos	Área urbana	vb	381.750,00
		Total	**8.016.750,00**
BAIRRO ZÉ AMÂNDIO			
1.0 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	22.500,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	30.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	300 m	750.000,00
Implantação de Pontes	Área urbana	700 m²	2.100.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	16 km	9.600.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	19.000 m²	98.990,00
Projetos	Área urbana	vb	630.074,50
		Parcial	**R$ 13.231.564,50**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	53.400 m²	**17.613.000,00**
		Total	**30.844.564,50**

Os custos de infraestrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem, drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-2, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANEBL (R$)
AVENIDA FRAGATA			
1.0 - Obras e Projetos:			
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	2 km	13.000.000,00
Projetos	Área urbana	vb	100.000,00
		Total	**13.100.000,00**
BAIRRO ZÉ AMÂNDIO E BOMBAS			
1.0 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	22.500,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	30.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	16 km	15.000.000,00
Projetos	Área urbana	vb	150.000,00
		Parcial	**R$ 15.202.500,00**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**15.202.500,00**
		TOTAL BH-2	**28.302.500,00**

4.6.3.3 - Bacia Hidrográfica 3 – BH-3:

4.3.2.3.1 - Caracterização do Sistema:

A BH-3 (figura 45) se encontra completamente inserida no bairro do Centro e abrange uma extensão territorial de cerca de 1.757.601 m². Seu principal curso d'água é o Rio Bombinhas que possui uma extensão de 1.660 m.

Figura 45: Vista geral da BH3 – Bairro Bombinhas.



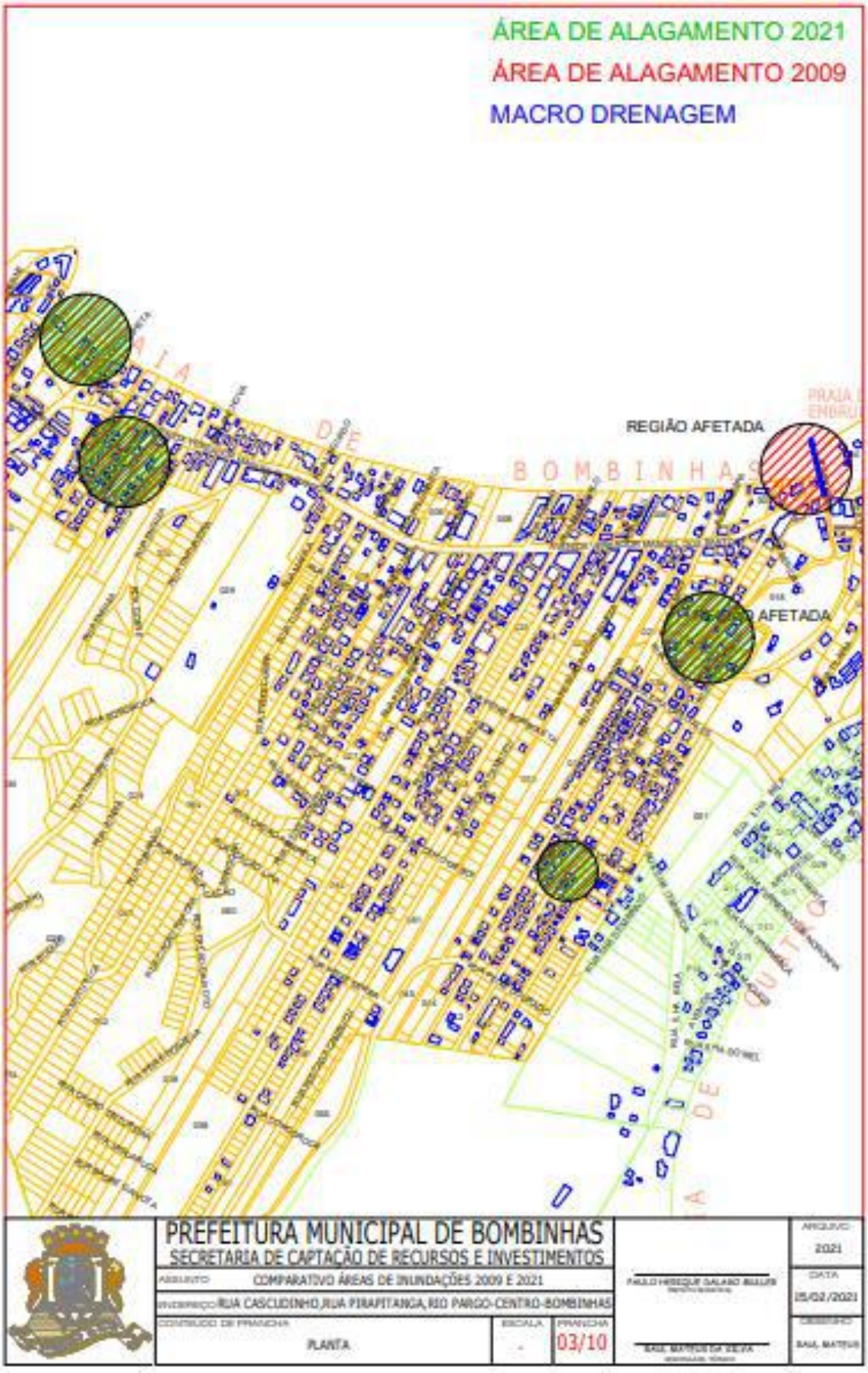
Fonte: Google Earth em 12/04/2021.

4.6.3.3.2 - Sistema Atual de Drenagem:

Nesta bacia, os pontos de inundação e maiores prejuízos estão localizados às margens do Rio Bombinhas, intensamente ocupadas.

4.6.3.3.3 - Áreas Inundáveis:

A BH3 apresenta uma área inundável de aproximadamente 79.134m² e atinge as Ruas Pescada Portuguesa, Jandaia, Salema, Pirapitanga, Surubim, final da Rua Vereador Manoel dos Santos, Peixe Olho de Boi, Pescada Amarela, Pirajica, Peixe Borboleta e Dilma Mafra.


ÁREA DE ALAGAMENTO 2021
ÁREA DE ALAGAMENTO 2009
MACRO DRENAGEM
REGIÃO AFETADA
AFETADA
PREFEITURA MUNICIPAL DE BOMBINHAS
SECRETARIA DE CAPTAÇÃO DE RECURSOS E INVESTIMENTOS
ASSUNTO: COMPARATIVO ÁREAS DE INUNDAÇÕES 2009 E 2021
ENDEREÇO: RUA CASCUDINHO,RUA PIRAPITANGA,RIO PARGO-CENTRO-BOMBINHAS
CONTEÚDO DE PRANCHA: PLANTA
ESCALA: -
PRANCHA: 03/10
ARQUIVO: 2021
DATA: 05/02/2021
DESENHO: RAUL MATEUS

4.6.3.3.4 - Uso do Solo:

A bacia do Rio Bombinhas é caracterizada pela ocupação urbana e pela alta concentração demográfica de sua área. A área urbana ocupa principalmente os baixios e possui área aproximada de 1.012.233 m² representando 57,6% da área total da bacia. Das bacias estudadas, a BH3, é a que apresenta a menor porcentagem de Área de Interesse Ambiental, sendo de apenas 42,4% da área total da bacia.

4.6.3.3.5 – Singularidades:

Caracterizam-se por singularidades as obstruções existentes ao longo do caminhamento dos córregos e rios. Estas podem ser travessias podem ser de ruas (bueiros, galerias e pontilhões), passarelas e qualquer outro obstáculo existente que dificulte a passagem da vazão afluente a um determinado ponto.

As singularidades encontradas nesta bacia são:

Bueiros tubulares de concretos com diâmetros variando entre 40 e 120 cm;

Bueiros celulares de concreto com dimensões variáveis, o mais significativo possui 8,00 m de largura por 1,20 m de profundidade;

Ponte em concreto armado de 12,50 x 9,50 m.

6.4.5. Medidas Estruturais Propostas

A seguir são relacionadas as medidas de controle estruturais para as inundações da BH-3:

Limpeza, desobstrução e desassoreamento dos canais e bueiros;

Dimensionamento e substituição dos dispositivos que não apresentam suficiência hidráulica;

Desocupação/desapropriação dos leitos dos cursos d’água e de suas margens conforme indicado na legislação;

Recomposição da mata ciliar;

Para uma avaliação das estruturas de obras de arte corrente e especiais existentes, submetemos a bacia hidrográfica BH 3 a um modelo hidrodinâmico de simulação. Detectaram-se, pontos críticos de enchente no sistema de drenagem urbana da bacia BH-3, tendo como principal curso d’água o Rio Bombinhas, tais como: do assoreamento e dos variados diâmetros das galerias tubulares que drenam as diversas ruas do bairro; da pouca declividade e da falta de capacidade de vazão do canal e das travessias da Avenida Vereador Manoel José dos Santos; do vão da Ponte da mesma Avenida.

Tabela 1: Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 3.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Rua Dilma Mafra	Tubos de diâmetros variados.	Tubos de diâmetro inicial 1,20 m, variando até duplos de 1,50 m de diâmetro	Tubos de diâmetros variados.
Canal do Rio Bombinhas da Rua Salema até a Avenida Vereador Manoel José dos Santos.	Canal em terra com seção variável e pouca profundidade; tubos e galerias celulares das travessias com seção insuficiente;	Tubos com diâmetro mínimo de 2 x 1,50m; canal revestido em forma de "U" com seção de 2,00 x 1,50 m.	Tubulações subdimensionadas; valas e canais de drenagem assoreados; espaço limitado para ampliação do canal; construção irregular nas margens e fundos de vale;
Avenida Vereador Manoel José dos Santos.	Ponte de concreto de 12,50 X 9,50 m	Ponte de concreto armado de 12,00 de vão, comprimento de no mínimo 15,00 e largura de 20,00 m	Ponte baixa, com vão pequeno e largura insuficiente.

Executou-se a obra de drenagem na Rua Dilma Mafra atendendo uma demanda de solicitações das comunidades do municípios, assim como a contenção da foz do Rio Bombinhas garantindo a profundidade e a segurança da margem do canal

4.6.3.3.6 – Previsão de Investimento:

Tabela 2 – Previsão de Investimento – BH3 – Plano de Macrodrenagem 2009.

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANEEL (R$)
Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	60.750,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	101.250,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	810 m	2.025.000,00
Implantação de Pontes	Área urbana	300 m²	900.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	9 km	5.400.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	55.000 m²	286.550,00
Projetos	Área urbana	vb	438.677,50
		Parcial	**9.212.227,50**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	63.000 m²	**25.650.000,00**
		Total	**34.862.227,50**

Os custos de infraestrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem, drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-3, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Tabela 2– Previsão de Investimento – BH3

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANERI (R$)
Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	30.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	20.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	810 m	2.025.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	9 km	5.400.000,00
Projetos	Área urbana	vb	100.000,00
		Parcial	**7.575.000,00**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**7.575.000,00**

4.6.3.4 - Bacia Hidrográfica 4 – BH-4

4.3.2.4.1 - Caracterização do Sistema:

A BH4 (figura 49) está localizada nos Bairros de Zimbros e Sertãozinho e abrange uma extensão territorial de cerca de 4.806.374 m². Seu principal curso d'água é o Rio Passa Vinte com extensão de 2.922 m.

Figura 49: Vista geral da BH4 – Bairro Zimbros e Sertãozinho.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021.

4.6.3.4.2 - Sistema Atual de Drenagem:

Os bairros de Zimbros e Sertãozinho apresentam uma mancha de inundação ao longo do Rio Passa-Vinte, sendo que algumas áreas passaram a ser afetadas após a canalização de córregos afluentes do rio.

Abaixo são descritas as Não-conformidades observadas:

a) Retificação e tubulação dos córregos;

b) Drenagem superficial existente danificada e canalizações implantadas sem dimensionamento e declividade adequada, não apresentando suficiência hidráulica para a vazão requerida;

c) Estrangulamentos causados pela ocupação do leito e por dispositivos inadequados;

d) Ocupação das margens dos córregos e sobre trechos canalizados;

e) Assoreamento e obstrução dos dispositivos existentes;

f) Infraestrutura deficiente, falta de saneamento básico, urbanização, sistema de coleta e destinação de águas pluviais, etc;

4.6.3.4.3 -Singularidades:

As singularidades encontradas nesta bacia são:

Bueiros tubulares de concretos, simples e duplos, com diâmetros variando entre 40 e 150 cm;

Bueiro duplo celular de concreto 4,00 x altura indefinida;

Ponte em concreto armado de 10,00 x 15,00 m.

4.6.3.4.4 - Áreas Inundáveis:

A BH4 apresenta uma área inundável de aproximadamente 269.282 m² e atinge as Ruas Rio Corumbá, Rio Amazonas, Rio Das Garças, Rio Araguaia, Rio Tietê, Butiá, Laranja e Abacate.

4.6.3.4.5 - Uso do Solo:

A área urbana ocupa principalmente os baixios e possui área aproximada de 1648.085 m² representando 34,3% da área total da bacia.

A Área de Interesse Ambiental é caracterizada pela ocupação das encostas por florestas e vegetação densa. Possui área aproximada de 3.158.289 m².

4.6.3.4.6 - Medidas Estruturais Propostas:

A seguir são relacionadas as medidas de controle estruturais para as inundações da BH-4:

Limpeza, desobstrução e desassoreamento dos canais e bueiros;

Dimensionamento e substituição dos dispositivos que não apresentam suficiência hidráulica;

Desocupação/desapropriação dos leitos dos cursos d'água e de suas margens conforme indicado na legislação;

Recomposição da mata ciliar;

Implantação de infraestrutura básica (viária e saneamento);

Para uma avaliação das estruturas de obras de arte corrente e especiais existentes, submetemos a bacia hidrográfica BH 4 a um modelo hidrodinâmico de simulação. Detectaram-se, pontos críticos de enchente no sistema de drenagem urbana da bacia BH 4, Rio Passa-Vinte, tais como: as galerias tubulares subdimensionadas da Rua Rio Amazonas; a tubulação e o canal com locais de estrangulamento na Rua Rio Corumbá ;a galeria celular 2,00 X 2,00 m na Rua Corumbá.

Tabela 1: Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 4.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Rua Rio Amazonas	Tubos de 0,40 a 1,50 m de diâmetro.	Tubos de 1,80 m de diâmetro.	Tubulações subdimensionadas; valas e canais de drenagem com retificação irregular e sem revestimento.
Rua Rio Corumbá	Galeria celular 2,00 x 2,00 m.	Galeria Celular de 6,00 x 1,50 m.	Galeria sub-dimensionada.
Rua das Garças	Ponte de concreto de 10,00 X 15,00 m.	Ponte de concreto armado de 18,00 X 10,00 m.	Ponte baixa e com vão pequeno.

4.6.3.4.7 - Previsão de Investimento:

Tabela 2 – Previsão de Investimento – BH4 – Plano de Macrodrenagem 2009

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANEEL (R$)
Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	33.750,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	56.250,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	450 m	1.125.000,00
Implantação de Pontes	Área urbana	180 m²	540.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	5 km	3.000.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	26400 m²	137.544,00
Projetos	Área urbana	vb	244.627,20
		Parcial	**5.137.171,20**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	46.800 m²	**17.795.700,00**
		Total	**22.932.871,20**

Os custos de infraestrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem, drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-4, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANERI (R$)
Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	20.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	10.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	450 m	4.000.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	5 km	2.000.000,00
Projetos	Área urbana	vb	150.000,00
		Parcial	**6.180.000,00**
Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**6.180.000,00**

4.6.3.5 - Bacia Hidrográfica 5 – BH-5

4.6.3.5.1 - Caracterização do Sistema:

A BH-5 (figura 54) é a maior bacia hidrográfica do município e abrange os bairros de Morrinhos, Canto Grande, Mariscal, Quatro Ilhas e os povoados da Praia da Conceição e Praia da Tainha.

Apresenta uma área aproximada de 11.171.155 m² e seu curso d'água mais representativo é o Rio Pardo que possui uma extensão de 2.335 m.

Figura 54: Vista geral da BH-5 – Bairros de Morrinhos, Canto Grande e Mariscal.



Fonte: Google Earth em 12/04/2021

Existe uma grande área loteada nos limites dos bairros Canto Grande e Mariscal, onde os terrenos são bastante úmidos, com vegetação densa e em que os córregos foram todos retificados. Tal loteamento foi embargado pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA no ano de 2005.

No entanto, a realidade local é que alguns proprietários abrem clareiras no meio da mata, constroem as casas e após a sua conclusão derrubam a vegetação remanescente.

A conservação desta área é de grande importância para o equilíbrio do sistema hídrico da região. A sua impermeabilização acarretará no escoamento de um volume de água muito maior que o habitual e o aumento da frequência e intensidade das inundações.

4.6.3.5.2 - Sistema Atual de Drenagem:

A BH5 também apresenta inúmeros problemas relacionados a inundações:

a) Bairro de Morrinhos: não foram identificados problemas com relação à drenagem superficial, mas recomenda-se a análise dos dispositivos existentes para verificação da sua capacidade hidráulica;

b) Bairro Canto Grande: os principais problemas relacionados à drenagem são os mesmos de todas as bacias, anteriormente citados;

c) Bairro Mariscal: além dos problemas comuns a todo município, foram feitas as seguintes observações:

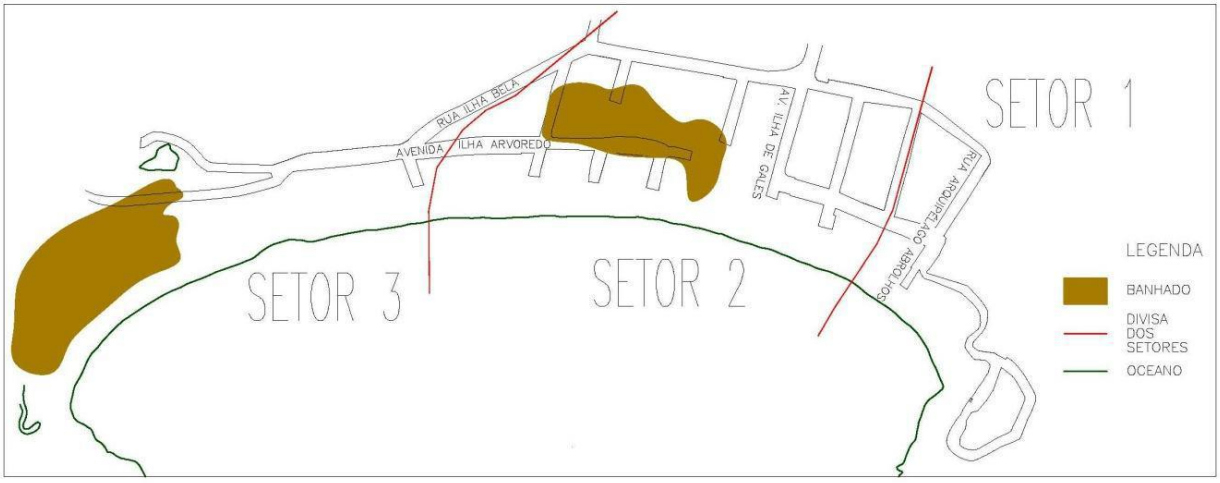
c1) Bairro implantado sobre área de muita umidade, com nascentes e áreas alagadas;

c2) Técnicas construtivas utilizadas na implantação dos dispositivos favorecem a infiltração da água e a erosão do solo causando o colapso das estruturas (ex. juntas executadas com lona plástica).

d) Bairro de Quatro Ilhas: forma uma bacia independente dentro da BH5, apresentando características peculiares de área e drenagem.

A bacia de Quatro Ilhas apresenta três setores de drenagem e em nenhum deles são identificados pontos de inundação.

Figura 58: Setores de Drenagem – Bairro Quatro Ilhas.



Fonte: Unidec e PM Bombinhas

Os problemas de drenagem são relacionados à falta de infraestrutura viária, de saneamento e de sistemas eficientes de coleta e disposição de água pluviais.

No bairro de Quatro Ilhas são observadas duas áreas de banhados que funcionam como bacias de amortecimento de dissipação para as águas das chuvas intensas. Essas áreas são muito importantes na prevenção de inundações, pois a água precipitada e encaminhada a elas é armazenada e absorvida lentamente pelo solo.

Os banhados são ambientes naturais alagados, de modo temporário ou permanente, onde habitam plantas e animais adaptados à vida sob a influência da água.

Desempenham funções importantes como controle de inundações, carga e descarga de água subterrânea, proteção contra erosão, filtro natural de substâncias poluidoras, retenção de sedimentos, manutenção da diversidade biológica e locais de recreação, educação e pesquisa. Muitos ainda os consideram como áreas insalubres e sem utilidade, o que tem ocasionado sua

destruição por aterros para obras de infra-estrutura, pela deposição de lixo e por drenagem para uso agropecuário.

O banhado localizado no setor dois foi aterrado e sobre o aterro foi elevada uma edificação, que traz como consequência um aumento na taxa de impermeabilização, aumentando a vazão e velocidade da água escoada e consequentemente podendo ocasionar inundações em áreas onde

A segunda bacia de amortecimento (banhado) está localizada no setor três e encontra-se preservada. Seg**undo o zoneamento do plano diretor não poderá** ser ocupada por edificações.

Outro problema bastante grave encontrado em Quatro Ilhas são as voçorocas. As voçorocas são fenômenos geológicos que consistem na formação de grandes buracos de erosão, causados pela chuva e intempéries, em solos onde a vegetação é escassa e não mais protege o solo, que fica suscetível de carregamento por enxurradas. Pobre, seco, e quimicamente morto, nada fecunda.

4.6.3.5.3 - Áreas Inundáveis:

A BH-5 apresenta uma área inundável de aproximadamente 699.788 m² e atinge as Ruas Aroeira da Praia, dos Coqueiros, Jutaí, Amazonita, Andaluzita, Ágata, Âmbar, Ametista, Grafite; Basalto, Citrino, Turmalina, Azurita, Fluorita, Ipê-Branco, Diamante; Diadema, Flamboyant; Amor Perfeito; Calêndula; Cravo; Celidônia; Azaléia, Agerato, Antúrio, Ametista, Âmbar, Ágata, Cassiterita, Castanheira, Gaviona, Carvalho, Titanita, Amandina, Pérola, Amalaquita, Canjerana, Canela, Figueirinho, Caraúna, Embuia, Sombreiro, Castanheiro, Ipê-Roxo e Ipê-Amarelo.

4.6.3.5.4 - Uso do Solo:

A BH-5 possui ocupação predominantemente urbana, sendo que apenas as áreas das encostas podem ser caracterizadas Áreas de Interesse Ambiental.

A porção urbanizada da bacia ocupa área aproximada de 3.843.393 m² representando 34,4% da área total da bacia.

4.6.3.5.5 - Medidas Estruturais Propostas:

A seguir são relacionadas as medidas de controle estruturais para as inundações da BH-4:

a) Limpeza, desobstrução e desassoreamento dos canais e bueiros;

b) Dimensionamento e substituição dos dispositivos que não apresentam suficiência hidráulica;

c) Desocupação/desapropriação dos leitos dos cursos d'água e de suas margens conforme indicado na legislação;

d) Recomposição da mata ciliar;

e) Implantação de infraestrutura básica (viária e saneamento).

Tabela 1 - Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 5.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Ruas Diversas	Tubos de 0,40 a 1,20 m de diâmetro.		Tubulações subdimensionadas; valas e canais de drenagem com retificação irregular e sem revestimento
Acesso à Mariscal	Galeria celular 2,00 x altura indefinida m	Ponte de concreto armado de 15,00 X 20,00 m.	Galeria subdimensionada e assoreada.
Avenida Girassol	Galeria celular dupla 3,50 X 3,00 m	(6,50 x 2,00 m)	Galeria em execução

4.6.3.5.6 - Previsão de Investimento:

Tabela 1: Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 4.

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANERI (R$)
1.0 - Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	168.750,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	281.250,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	2.250 m	5.625.000,00
Implantação de Pontes	Área urbana	300 m²	900.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	25 km	15.000.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	6.700 m²	34.907,00
Projetos	Área urbana	vb	1.100.495,35
		Parcial	**23.110.402,35**
2.0 - Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	11.900 m²	**4.342.500,00**
		Total	**27.452.902,35**

Os custos de infraestrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem, drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-5, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANERI (R$)
1.0 - Obras e Projetos			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	40.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	65.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	2.250 m	2.000.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	25 km	6.000.000,00
Projetos	Área urbana	vb	150.000,00
		Parcial	**8.255.000,00**
2.0 - Indenizações			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**8.255.000,00**

4.6.3.6 - Bacia Hidrográfica 6 – BH-6

4.3.2.6.1 - Caracterização do Sistema:

A BH-6 (figura 64) está localizada na parte sudoeste do município, abrangendo uma pequena porção do bairro de Zimbros e a Costeira de Zimbros.

Através do decreto municipal 418/01 a Costeira de Zimbros foi enquadrada como uma ARIE – Área de Relevante Interesse Ecológico, pois abriga alta biodiversidade em função dos diversos ecossistemas pertencentes ao bioma da Mata Atlântica como: manguezais, restinga, costão rochoso e floresta ombrófila densa.

A extensão territorial total da bacia abrange 8.013.353 m² e na área não se identifica um curso d'água principal.

Figura 64: Vista geral da BH-6.



Fonte**:** Google Earth em 12/04/2021.

4.3.2.6.2 - Sistema Atual de Drenagem:

Mesmo com uma população reduzida a BH-6 apresenta os mesmos problemas com relação à drenagem e à ocorrência de inundações, e tem também como peculiaridade, córregos assoreados, não permitindo o escoamento da água e formando bacias fechadas;

4.3.2.6.3 - Áreas Inundáveis:

A BH-6 apresenta uma área inundável de aproximadamente 14.145 m² e atinge a Rua Rio Guarupí.

4.3.2.6.4 - Uso do Solo:

A bacia hidrográfica 6 apresenta uma ocupação predominantemente de Interesse Ambiental de sua área, sendo que a área urbana representa apenas 0,8% da área total.

A Área de Interesse Ambiental é caracterizada pela ocupação das encostas por florestas e vegetação densa. Possui área aproximada de 7.945.704 m²

4.3.2.6.5 - Sistema Atual de Drenagem:

Mesmo com uma população reduzida a BH-6 apresenta problemas com relação à drenagem e à ocorrência de inundações, conforme descritos a seguir:

a) Córregos assoreados, não permitindo o escoamento da água e formando bacias fechadas;

b) Travessias e canalizações implantadas sem dimensionamento e declividade adequada, muitas vezes pelos próprios moradores;

c) Ocupação irregular nas margens dos córregos e sobre trechos canalizados;

d) Infraestrutura deficiente, falta de saneamento básico, urbanização, sistema de coleta e destinação de águas pluviais, resíduos sólidos, etc.

4.3.2.6.6 - Singularidades:

A singularidade encontrada nesta bacia é:

Pontilhão em madeira de 4,50 x 1,50 m.

4.3.2.6.7 - Medidas Estruturais Propostas:

A seguir são relacionadas as medidas de controle estruturais para as inundações da BH-6:

a) Limpeza, desobstrução e desassoreamento dos canais e bueiros;

b) Dimensionamento e substituição dos dispositivos que não apresentam suficiência hidráulica;

c) Desocupação/desapropriação dos leitos dos cursos d’água e de suas margens conforme indicado na legislação;

d) Recomposição da mata ciliar e restinga;

e) Implantação de infra-estrutura básica (sistema de água tratada, esgotamento sanitário, drenagem, coleta de lixo, etc).

Além das medidas estruturais, devem ser implementadas políticas de preservação da área da ARIE para proteção dos ecossistemas ali existentes, além de uma intensiva fiscalização para inibir o avanço da urbanização e a contaminação da água e solo decorrentes do lançamento resíduos (lixo) e efluentes domésticos não tratados. Para uma avaliação das estruturas de obras de arte corrente e especiais existentes, submetemos a bacia hidrográfica BH 6 a um modelo hidrodinâmico de simulação. Detectaram-se, pontos críticos de enchente no sistema de drenagem urbana da bacia BH 6, tais como: as galerias tubulares sub-dimensionadas das ruas do bairro; pontilhão de madeira entre as Rua Rio Serra Negra e Rio Tefé.

Tabela 1: Resumo da Simulação Hidrodinâmica – BH 6.

Local	Seção Existente	Seção Calculada	Diagnóstico
Ruas Diversas	Tubos de 0,40 a 1,20 m de diâmetro.		Tubulação das travessias subdimensionadas, canal com retificação irregular e sem revestimento.
Rio Serra Negra e Rio Tefé	Pontilhão de madeira 4,50 x 1,50	Tubos de 2,20 m	Galeria subdimensionada.

4.6.3.6.8 - Previsão de Investimento:

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANERL (R$)
6.1 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	27.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	45.000,00
Implantação de galerias e bueiros	Área urbana	360 m	900.000,00
Implantação de infraestrutura básica	Área urbana	4 km	2.400.000,00
Reconstituição da mata ciliar	Área urbana	5.280 m²	27.508,80
Projetos	Área urbana	vb	169.975,44
		Parcial	**3.569.484,24**
6.2 - Indenizações:			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	6.700 m²	**2.677.500,00**
		Total	**6.246.984,24**

Os custos de infraestrutura incluem implantação pavimentação, terraplenagem, drenagem, sinalização horizontal e vertical, iluminação pública, e obras complementares/paisagismo.

A reconstituição de mata ciliar considera o plantio de mudas nativas na faixa de preservação determinada no mapa de zoneamento do plano diretor.

Na avaliação dos valores de indenização dos imóveis atingidos, utilizaram-se os valores comerciais médios da região com aplicação de um fator de redução de 0,30 de forma a aproximá-los dos valores venais. Durante o desenvolvimento dos projetos executivo, devem ser verificados e ajustados conforme valores venais aplicados pela prefeitura municipal.

Foram executados investimentos na BH-6, até o ano de 2020, conforme tabela abaixo:

Ação	Localização	Área/ Extensão	Investimento Previstos no Plano de Macrodrenagem da ANEPL (R$)
6.1 - Obras e Projetos:			
Retirada e demolição de dispositivos existentes	Área urbana	vb	5.000,00
Limpeza e desobstrução de canais e dispositivos existentes	Área urbana	vb	25.000,00
		Parcial	**30.000,00**
6.2 - Indenizações:			
Indenização ou Desapropriação	Área urbana	0	**0,00**
		Total	**30.000,00**

4.7 – PLANEJAMENTO DAS AÇÕES

O manejo e drenagem das águas pluviais são de responsabilidade administração municipal. Os projetos de drenagem deverão levar em conta as bacias hidrográficas como unidades de planejamento. As obras de drenagem deverão considerar não somente as obras de micro e macrodrenagem, como também a recuperação da rede de drenagem de uma maneira mais ampla, através de recuperação de nascentes, matas ciliares e até a renaturalização de córregos. O planejamento das ações dar-se-á em função das intervenções definidas anteriormente para todos os serviços de saneamento, seguidas de suas possíveis soluções e metas de execução para cada etapa

Além disso, deverão ser identificadas as oportunidades existentes relacionadas a atos concretos (existentes ou em andamento) capazes de dar suporte na resolução de cada problemática como, por exemplo: Leis existentes ou em fase de aprovação, obras em andamento ou com recursos definidos, estudos e projetos existentes, entre outras.

Vale salientar, que as oportunidades identificadas não são as soluções definitivas para a problemática, mas sim a descrição do que já existe como alternativa de solução.

4.7.1 – PRAZOS:

Os prazos de Execução das ações e Metas do PMDUASU foram definidos no Plano de macrodrenagem da AMFRI de 2009:

- Ações imediatas ou emergenciais: até 3 anos;

- Curto prazo: entre 4 e 9 anos;

- Médio prazo: entre 10 e 15 anos;

- Longo prazo: entre 16 e 20 anos.

4.7.2 – GESTÃO DOS SERVIÇOS:

Os serviços executados estão ocorrendo conforme as demandas das comunidades do município sendo priorizado áreas de maior demanda e com maiores ocupações habitacionais. Conforme observado nos Diagnósticos da situação atual.

Os serviços de manutenção limpeza e desassoreamento de valas é executado pela Secretaria de Infraestrutura Urbana, sendo executada duas vezes ao ano sendo no primeiro e segundo semestre, conforme cronograma de ações.

4.7.3 - INDICADORES EXISTENTES (SNIS):

O indicador que melhor refletem o avanço no Plano de Drenagem estão ligados ao avanço da quilometragem de rede pluvial nas vias públicas, número que vem avançando conforme os anos saindo de 88,40m em 2017 para 120,00m em 2019. Junto com os números de vias com infraestrutura de pavimentação com sarjeta que cresceu de 124,50m para 200,00m.

4.7.4 - CONSIDERAÇÕES FINAIS:

O município vem fazendo investimentos consideráveis na infraestrutura de drenagem priorizando a demanda da comunidade, executando obras de macrodrenagem solucionando problemas de inundações em pontos de alagamentos.

4.7.5 - ASPECTOS POSITIVOS:

Os pontos positivos estão ligados a implementação da macrodrenagem diminuindo a incidência de inundações.

Observa-se que de modo geral estava previsto para até 2030 um investimento em obras e projetos de R$87.046.286,79 investido até 2020 o valor de R$51.462.500,00 sendo investido um total 59,12% do valor. As bacias hidrográficas que sofreram a maior parcela do investimento previsto foram as Bacias Hidrográficas 02 com um investimento em obras e projetos de 125% do previsto e Bacia Hidrográfica 04 com 120% do valor previsto

4.7.6 - ASPECTOS NEGATIVOS:

Os aspectos negativos estão voltados a indenizações e desapropriação que devido a necessidade de infraestrutura voltada as obras tem sido impraticáveis, devendo ocorrer na etapa final do plano de macrodrenagem. Sendo observado a prioridade de demandas das comunidades.

4.8 – PROGNÓSTICO DAS NECESSIDADES:

4.8.1 - DIRETRIZES:

As necessidades estão voltadas para as redes de macrodrenagem e microdrenagem, além de ampliação de calado de rios, aumento de vãos em pontes. Além do plano de manutenção de valas com o cronograma desassoreamento.

4.8.2 - OBJETIVOS E METAS:

Os objetivos estão voltados a conclusão da instalação da rede de macrodrenagem e microdrenagem até 2030 conforme cronograma estabelecido em 2010. O cronograma de manutenção e desassoreamento já está inserido nas atividades da secretaria de infraestrutura urbana, devendo ser mantido.

4.8.3 - PROJEÇÃO DO SISTEMA DE MICRODRENAGEM URBANA:

O sistema de microdrenagem mantem a projeção de instalação com previsão de 80% de toda a rede instalada e funcionando até 2030, sendo priorizado maiores pontos de alagamento

4.8.4 - MEDIDAS DE CONTROLE DE ASSOREAMENTO DE CURSOS DE ÁGUA:

A manutenção do desassoreamento dos cursos d'água em execução conforme cronograma e programação existente

4.8.5 - MEDIDAS DE CONTROLE DE RESÍDUOS SÓLIDOS EM CURSOS DE ÁGUA (FUNDOS DE VALE) E SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA:

A manutenção do desassoreamento e limpeza dos Fundos de Vale e Sistema de Drenagem Urbana em execução conforme cronograma e programação existente

4.9 - PROGRAMAS, PROJETOS E AÇÕES:

4.9.1 - PROGRAMA DE UNIVERSALIZAÇÃO DOS SERVIÇOS:

Ampliar a rede de microdrenagem em vias onde o serviço é inexistente e em todas as bacias do município garantindo assim universalizar o serviço de drenagem

4.9.2 - PROGRAMA DE MELHORIAS OPERACIONAIS E QUALIDADE DOS SERVIÇOS:

Melhor o sistema das redes existentes, e ampliar os vãos dos obstáculos de transposição dos rios (Pontes e Galerias) garantindo a vazão adequada para rios e canais.

4.9.3 - PROGRAMA DE MELHORIA MANUTENÇÃO:

Melhoria no sistema de canais e rios com a manutenção do programa de desassoreamento de rios e vales garantindo assim a manutenção e eficiência do sistema de drenagem existente.

4.10 – ESTUDO DE VIABILIDADE ECONÔMICO-FINANCEIRA DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS:

4.9.1 - CRONOGRAMA FÍSICO – FINANCEIRO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS:

00.01.02.008	RECONSTRUÇÃO DE PONTES	Curto Prazo	2018 a 2024	11.000.000,00
00.01.02.009	INSTALAÇÃO DE REDE DE MACRODRENAGEM	Curto Prazo	2018 a 2024	25.000.000,00
00.01.02.010	INTALAÇÃO DE CONSTENÇÃO NAS MARGENS DE RIOS E CORREGOS	Curto Prazo	2018 a 2024	2.500.000,00
00.01.02.011	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DE REDE DE DRENAGEM	Curto Prazo	2018 a 2024	4.000.000,00
Total =				**42.500.000,00**

00.01.02.013	DESAPROPRIAÇÃO NECESSARIA	Médio Prazo	2025 a 2034	79.373.700,00
00.01.02.014	PLATAÇÃO DE MATA CILIAR	Médio Prazo	2025 a 2034	2.000.000,00
00.01.02.015	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DE REDE DE DRENAGEM	Médio Prazo	2025 a 2034	5.000.000,00
Total =				**86.373.700,00**

00.01.02.000 - AÇÕES:		2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031	2032	2033	2034
Código	**Descrição das Ações**														
00.01.02.008	RECONSTRUÇÃO DE PONTES		x												
00.01.02.009	INSTALAÇÃO DE REDE DE MACRODRENAGEM	x	x	x	x										
00.01.02.010	INTALAÇÃO DE CONSTENÇÃO NAS MARGENS DE RIOS E CORREGOS		x	x	x										
00.01.02.011	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DE REDE DE DRENAGEM	x	x	x	x										
Total =		x	x	x	x										
00.01.02.013	DESAPROPRIAÇÃO NECESSARIA							x	x	x	x				
00.01.02.014	PLATAÇÃO DE MATA CILIAR							x	x	x	x				
00.01.02.015	PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DE REDE DE DRENAGEM	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Total =		x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

4.7.2 - TRANSPORTE DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS:

A instalação de rede de transporte de águas pluviais para nas bacias hidrográficas esta prevista ocorrer com tubulação compatível até os rios e canais naturais, sendo que rios e canais seguem um cronograma de limpeza e manutenção previsto no programa de manutenção de rede de drenagem.

4.7.3 - DETENÇÃO OU RETENÇÃO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS PARA AMORTECIMENTO DE VAZÕES DE CHEIAS:

Devido o relevo do município e a característica de península, garantindo uma característica técnica favorável ao escoamento e destinação final, não sendo projetado reservatórios de detenção ou retenção, além dos naturais já existentes.

4.7.4 - TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO FINAL DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS:

A disposição final das águas ocorre naturalmente na praia através das fozes dos rios, e atrás de caixas de dissipação de energia nas saídas de drenagem nas praias

4.11– PREVISÃO DE EVENTOS DE EMERGÊNCIA E AÇÕES DE CONTINGÊNCIA:

Apesar de eventos serem previsíveis, considerando seu período de retorno, poderão ocorrer eventos que, por sua natureza, advêm de situações excepcionais, tais como, desastres naturais (inundações, secas, etc.), ações humanas e outros incidentes inesperados que possam pôr em perigo a saúde pública e o meio ambiente.

Situação Crítica	Eventos de Emergência	Ações de Contingência	Contatos para EMERGÊNCIAS:	
			Nome	Fone/watts
DESASTRES NATURAIS	Inundações e alagamentos; Ventos ciclônicos; Erosões; Condições meteorológicas extremas (raios, temperatura anormal, seca).	Comunicação à Polícia Militar e Defesa Civil; Comunicação à população e autoridades locais; Formação de brigadas por bairros ou áreas para alerta e acionamento da população.		
AÇÕES HUMANAS	Sabotagem; Vandalismo; Acidentes diversos; Bioterrorismo; Descarte inadequado de lixo nas encostas, linhas de drenagem e cursos dágua.	Comunicação à Polícia Militar e Defesa Civil; Comunicação à população e autoridades locais; Fiscalização e orientação à população, mutirões de limpeza.		
INCIDENTES INESPERADOS	Incêndio; Falhas mecânicas do sistema; Acidentes construtivos; Contaminação acidental (surto epidêmico, etc); Rompimento de barragem.	Deslocamento da população de área de risco; Reparo das instalações e equipamentos; Comunicação à Polícia Militar e Defesa Civil; Comunicação à população e autoridades locais.		

B I B L I O G R A F IA