

7. DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS

7.1. Introdução

Este relatório é o sexto produto da série do Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Tijucas – SC.

De acordo com as disposições do Termo de Referência de Elaboração do Plano, o presente trabalho apresenta um diagnóstico da situação atual encontrada no município, nos segmentos que se referem à drenagem urbana e manejo de águas pluviais e juntamente, propostas de ações para intervenções nos pontos encontrados em todo o Município.

O diagnóstico realizado foi baseado nos pontos de alagamentos gerados por chuvas fortes que acabam ocasionando alagamentos e enchentes. A área de maior concentração identificada foi certamente a área urbana, onde é possível observar uma maior área territorial impermeabilizada do solo. Isto porque, quanto maiores as áreas de impermeabilização, maiores serão os volumes de escoamento superficial e as velocidades de escoamento. Ao mesmo tempo em que se identificaram estes pontos, foi observada a situação de todos os elementos hidráulicos que compõem o sistema de drenagem urbana, tais como as bocas de lobo, sarjetas, sarjetões, entre outros.

Alterações de escoamentos naturais e infiltração do solo como a execução de aterros, escavações, modificações de macrodrenagem, erosão, eliminação de armazenamentos naturais, assoreamentos e estrangulamentos de cursos d' água também são agravantes potenciais para uma mudança de comportamento e para a resposta das bacias nos diferentes níveis de chuva. Estes problemas se tornam ainda maiores quando do lançamento indevido de esgotos sanitários e resíduos sólidos (lixo) nas redes de drenagem pluvial, que acabam ocasionando a obstrução nas tubulações, impactos ambientais como a contaminação dos cursos d'água e a propagação de doenças por veiculação hídrica.

As avaliações e discussões devem ser baseadas nas alternativas técnico-conceituais para o atendimento da população, buscando-se por proposições caracterizadas:

- Adequar todo projeto à situação geográfica do município, pelas suas características topográficas em relação ao corpo hídrico e ao mar. Toda caracterização urbanística pode influenciar nas medidas a serem tomadas; e
- Avaliar através de fatores econômicos a rápida implantação e manutenção do sistema de drenagem urbana no Município.

7.2. Desenvolvimento Da Drenagem Urbana

Histórico

Os homens começaram a manipular água em grande escala, em resposta à necessidade de irrigação, na antiga sociedade agrária. O primeiro projeto conhecido de irrigação em grande escala foi realizado no Egito, aproximadamente 5 mil anos atrás. Nos milênios seguintes muitos outros projetos surgiram no Mediterrâneo e no Oriente Próximo. Os projetos incluíam represas, canais, aquedutos e sistemas de esgoto.

A capacidade dos romanos como engenheiros foi amplamente demonstrada em seus sistemas hidráulicos. Os famosos aquedutos estavam entre as maravilhas do mundo e permaneceram em uso durante dois milênios. Os gregos também deram importantes contribuições às teorias sobre hidráulica. Arquimedes é considerado o primeiro a contribuir com a hidráulica baseando-se em trabalhos realmente científicos. Por volta de 250 a. C. ele publicou um trabalho escrito sobre hidrostática que apresentou os princípios do empuxo (Princípio de Arquimedes) e da flutuação. Ele é considerado o Pai da Hidrostática.

De 500 a.C. até a Idade Média, a irrigação e os sistemas de abastecimento de água foram construídos e mantidos em locais diversos, como China e Império Romano. Tal engenharia foi projetada e construída por artesãos que usavam regras baseadas meramente em observações, que apesar dos trabalhos de Arquimedes, careciam dos benefícios da pesquisa científica. Os grandes engenheiros romanos, por exemplo, não entendiam o conceito de velocidade, e somente depois, em 1500 d.C. a relação entre precipitação e escoamento foi considerada seriamente.

Com o fim do Império Romano do Ocidente (460 d.C.), muitos dos avanços feitos durante o período greco-romano foram esquecidos, e depois redescobertos na Renascença, no início do século XVI. Foi nesse período que a hidráulica começou a se desenvolver como ciência.

O primeiro esforço para organizar os conhecimentos da engenharia foi a fundação, em 1760, da École des Ponts et Chaussées, em Paris. Em 1738, Daniel Bernoulli publicou sua famosa equação Bernoulli, formulando a conservação de energia na hidráulica. Nos séculos XVIII e XIX, chamados de período clássico da hidráulica, avanços na engenharia hidráulica lançaram as bases para outros desenvolvimentos durante o século XX.

No final de 1850 os projetos de engenharia se baseavam principalmente em regras empíricas, desenvolvidas com base na experiência e ajustados com fatores de segurança. A partir daí a utilização de teorias aumentou rapidamente. Hoje a maioria dos projetos é constituída de uma vasta quantidade de cálculos meticulosos. No entanto, a drenagem urbana não se restringe aos aspectos puramente técnicos impostos pelos limites restritos à engenharia, pois compreende o conjunto de todas as medidas a serem tomadas que visem à atenuação dos riscos e dos prejuízos decorrentes de inundações, com o que vem sendo estabelecidos, nas últimas décadas, novos conceitos de drenagem urbana.

7.2.1. Novos Conceitos de Drenagem Urbana

As concepções tradicionais de drenagem urbana estavam voltadas para obras estruturais de

redes de drenagem, galerias, valas e retificações que buscavam facilitar o escoamento das águas e liberar espaços, até mesmo de acomodação natural das águas, para lhes dar usos urbanos. Estas obras estruturais acabavam criando outros problemas de inundações, normalmente em áreas a jusante e exigiam cada vez mais investimentos públicos. Assim obras realizadas eram submetidas sucessivamente a demandas por novas intervenções para tratar vazões crescentes, com estruturas por vezes gigantescas. A partir dos anos 1990 começou a surgir a solução técnica de reservatórios de detenção como amortecimento de picos de vazão com o objetivo de liberação gradual das águas de acordo com a capacidade de vazão das estruturas de escoamento. Este tipo de solução envolve investimentos elevados em estruturas e a utilização de grandes espaços urbanos, muitas vezes de lazer, além dos problemas de deposição de sedimentos contaminados e de lixo, requerendo uma manutenção onerosa para permanecerem operantes.

O novo e atual conceito de drenagem vai além da prática tradicional de escoar rapidamente as águas da chuva de uma determinada área, transferindo as vazões e problemas para jusante das bacias. Está voltado à sustentabilidade e agrega uma série de medidas de controle de vazões, estimulando a infiltração, a retenção e o armazenamento de águas pluviais. A drenagem sustentável envolve medidas aplicadas às sub-bacias, na origem das vazões, aumentando a infiltração da água no solo nas áreas públicas (pavimentos, sarjetas, passeios, jardins, praças, parques e outros equipamentos públicos) e nas unidades imobiliárias, bem como a detenção e retenção de águas nestes mesmos espaços. Outra medida é a preservação dos espaços naturais de armazenamento e retenção, mantendo-os livres da urbanização, pois a supressão de áreas como várzeas e bacias naturais de acomodação das águas alteram as vazões naturais e ampliam as vazões máximas gerando inundações. Os novos parcelamentos do solo, nos municípios onde a legislação está atualizada aos conceitos de drenagem sustentável, têm como condicionante de aprovação e manutenção das condições de escoamento das águas pluviais na situação existente, pré-urbanização, evitando vazões adicionais ao sistema.

A drenagem urbana vista pela ótica da sustentabilidade, além dos sistemas estruturais necessários, agrega, portanto, um novo conceito de padrão de urbanização que mantém o espaço natural das águas e prioriza medidas que evitem as causas dos problemas na sua origem. Outra medida aplicável dentro desta concepção nova é a renaturalização de cursos de água, que hoje é uma diretriz da União Européia, contribuindo para redução de inundações e para o equilíbrio ambiental.

Não faz sentido que a gestão de águas pluviais de uma cidade ocorra sem o uso de todo o desenvolvimento das soluções de engenharia aplicáveis. O termo gestão de águas pluviais refere-se às práticas de engenharia e às políticas regulatórias aplicadas para abrandar os efeitos adversos do escoamento de águas pluviais resultantes de vários tipos de uso e ocupação dos solos. Ao longo deste diagnóstico está demonstrada a necessidade de que as soluções aos problemas encontrados em Tijucas estejam apoiadas em bons projetos técnicos, e em novos conceitos de drenagem sustentável e de urbanização, abandonando

todas as decisões e soluções não fundamentadas nas boas práticas e recursos de engenharia disponíveis.

7.3. Diagnóstico do Atual Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais

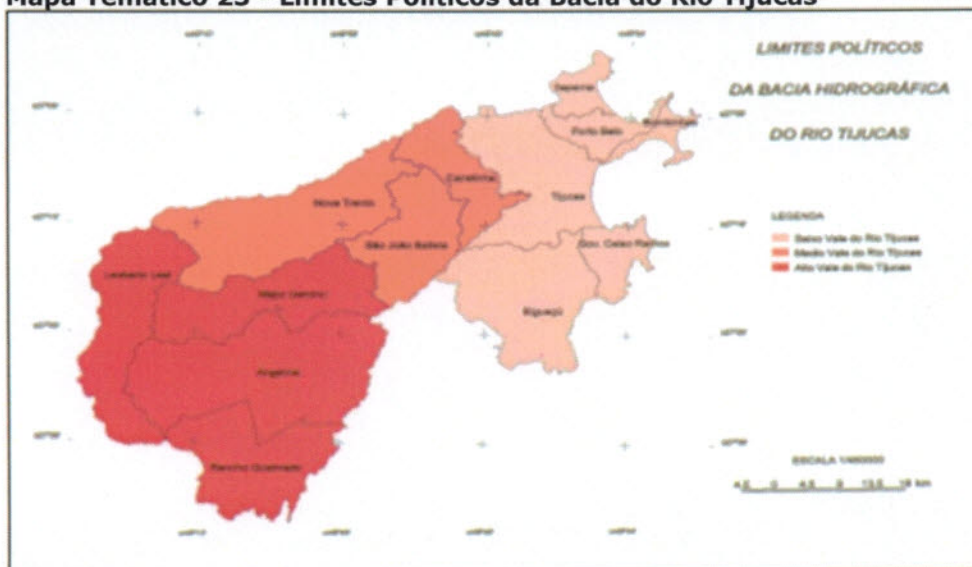
Segundo a divisão adotada pelo Gerenciamento de Recursos Hídricos (2007), o Estado de Santa Catarina foi subdividido em 10 Regiões Hidrográficas (RH). As bacias da Vertente do Interior integram cinco Regiões Hidrográficas: 1 – Extremo Oeste, 2 – Meio Oeste, 3 – Vale do Rio do Peixe, 4 – Planalto de Lages e 5 – Planalto de Canoinhas. As demais Regiões Hidrográficas fazem parte da Vertente Atlântica, sendo: 6 – Baixada Norte, 7 – Vale do Rio Itajaí, 8 – Litoral Centro, 9 – Sul Catarinense e a Região 10 – Extremo Sul Catarinense.

A bacia do Rio Tijucas é a maior bacia da Região Hidrográfica Litoral Centro. Segundo a Agência Nacional de Águas - ANA, a mesma apresenta uma área de drenagem de 2.371 km², uma densidade de drenagem de 1,68 km/km² e uma vazão média de 48,10 m³/s no Posto São João Batista (latitude 27°16'00" e longitude 48°51'00", área de drenagem 19,64 km²). Os municípios que fazem parte da Bacia Hidrográfica são: Angelina, Biguaçu, Bombinhas, Canelinha, Governador Celso Ramos, Itapema, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Porto Belo, Rancho Queimado, São João Batista Tijucas.

A Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas possui três realidades sócio-antropológicas e ambientais facilmente identificadas devido às características locais e de ocupação dessas regiões, sendo classificadas como Baixo, Médio e Alto Vale do Rio Tijucas (Figura 1).

A Região do Baixo Vale do Rio Tijucas, que abrange os municípios de Itapema, Porto Belo, Bombinhas, Tijucas, Governador Celso Ramos e Biguaçu está localizada na região litorânea da bacia e possui características predominantemente urbanas, com fortes oscilações no número de habitantes devido à alta temporada dos meses de verão. Destaca-se dessa forma pela economia voltada para o turismo, pesca e industrial.

Mapa Temático 23 - Limites Políticos da Bacia do Rio Tijucas

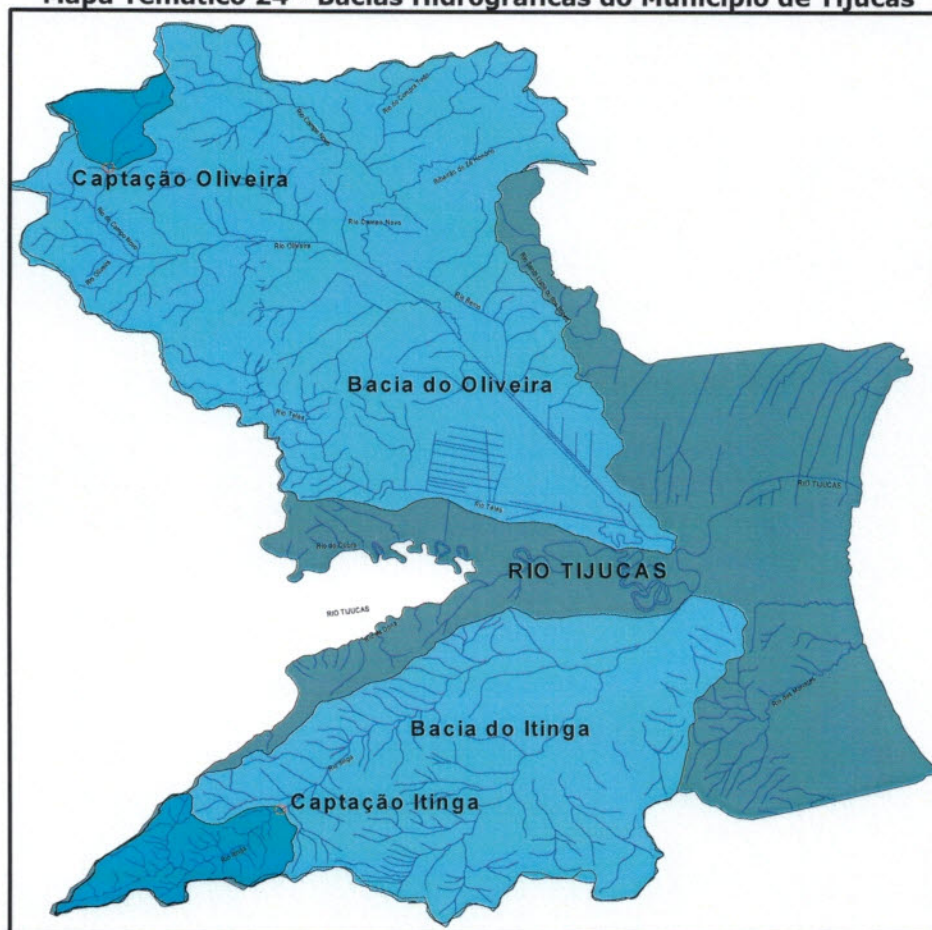


O Rio Tijucas nasce na serra da Boa Vista numa altitude próxima dos 1000 m, no município de Rancho Queimado. Passa, entre a sede do município e o distrito de Taquaras, ao oeste de Angelina e próximo à pequena localidade de Garcia, recebe as águas do Rio Engano, vindo do oeste. Passa também ao oeste das cidades de Major Gercino e São João Batista, onde recebe as águas do rio do Braço e a partir daí corre paralelo à rodovia SC-411, passando por Canelinha e finalmente banhando a cidade de Tijucas onde cruza com a rodovia BR-101, desaguando no oceano Atlântico.

O território do Município de Tijucas encontra-se no Baixo Vale do Rio Tijucas e, portanto, recebe todos os impactos cumulativos pelo uso e ocupação à montante da bacia. O Rio Tijucas, no município de Tijucas, apresenta curso sinuoso, com uma largura média do canal oscilando entre 10m e 50m, formando uma densa rede de drenagem, composta por diversos afluentes e canais de drenagem da Planície Costeira.

O município apresenta dois mananciais superficiais de abastecimento público importantes e de excelente qualidade de água bruta, o Rio Itinga, com área de bacia, partindo da captação, de 8,55 km² e o Rio Oliveira com área de bacia, também partindo da captação de 3,92 Km² (Mapa Temático 24). O uso do Rio Tijucas como manancial de abastecimento público encontra muita rejeição por parte da população. Outro recurso hídrico utilizado pelo município no abastecimento público é o poço da Nova Descoberta com vazão não informada.

Mapa Temático 24 - Bacias Hidrográficas do Município de Tijucas



A distribuição bastante regular e uniforme das precipitações pluviais ao longo do ano, não havendo período de estiagem definido, confere à bacia um regime fluviométrico relativamente constante. Entretanto ocorrem com certa frequência, como comprovam as estatísticas, cheias no Rio Tijucas que estão diretamente relacionadas com a intensidade e simultaneidade de eventos pluviométricos na sua bacia. A seriedade do problema é amplamente conhecida e documentada pela longa lista de registros de enchentes. Estas, na maioria das vezes, provocaram imensos danos nos municípios situados ao longo do curso do rio.

Originalmente a sede do município era uma área de amortização de enchentes sazonais. A ocupação imobiliária acabou por estrangular estas áreas que não deveriam ser habitadas.

7.4. Questões Legais e Ambientais

A chuva ao atingir a terra segue em declínio, impelida pela força da gravidade, cruzando o solo até alcançar riachos e rios que a carregam para o mar. Ao percorrer este caminho atua como principal agente transformador e modelador do relevo terrestre. Nossa sociedade considera naturais todos esses deslocamentos da água, e se a mesma causar algum estrago em seu caminho, como erosão ou enchente, ninguém é apontado como responsável legal. Mas, no momento em que as pessoas alteram a superfície do terreno, da mesma maneira como mudam o curso das águas pluviais, elas se tornam responsáveis por qualquer dano resultante dessa alteração.

Nas últimas três décadas, questões legais e ambientais mudaram a maneira como engenheiros civis praticam a sua técnica, e a engenharia hidráulica/hidrologia não é exceção. A gestão de águas pluviais deve também satisfazer uma variedade de resoluções definidas em diferentes níveis da administração pública, tanto legais como ambientais, que ao final se sobrepõem, pois qualquer coisa que afeta o ambiente afeta o público.

O uso e a ocupação do solo geralmente resultam em vários poluentes indesejados misturando-se às águas pluviais conforme elas escoam. Isso inclui sais e óleos de áreas pavimentadas; fertilizantes e pesticidas de áreas cultivadas; partículas de silte de áreas de vegetação removida; sedimentos carregados de ruas não pavimentadas; resíduos sólidos (lixo) inadequadamente dispostos; e lançamento irregular de esgotos sanitários. Seguramente um dos maiores problemas ambientais de contaminação no sistema de drenagem urbana é o lançamento dos efluentes de esgotos domésticos tratados em soluções individuais de baixa eficiência, ou até mesmo sem tratamento, nas redes de drenagem, devido à inexistência ou não cobertura de sistema público de esgotamento sanitário. Associado a isto resultam contaminados os resíduos provenientes da desobstrução e limpeza do sistema de drenagem.

Os banhados e áreas alagadiças adquiriram proeminência no aspecto ambiental. São áreas de terra, que retém água durante boa parte do ano, como, por exemplo, várzeas e bacias naturais de acomodação, cuja supressão altera as condições de escoamento das águas

pluviais. São benéficas ao ecossistema e particularmente sensíveis a rupturas por causa dos efeitos da urbanização. Um cuidado extra deve ser tomado para identificar, delinear e proteger essas áreas quando estão inseridas ou adjacentes a uma área a ser utilizada para algum tipo de atividade antrópica. Observa-se que a ausência destes cuidados na ocupação do espaço urbano gera muitos problemas atualmente enfrentados nos sistemas de drenagem urbana e os agravarão em intensidade e extensão se não for mudada a cultura de urbanização.

Grande parte dos métodos aqui descritos devem ser estabelecidos e disciplinados por legislação municipal adequada e fiscalização atuante, pois o Poder Municipal é a instância responsável pelas políticas e diretrizes de ocupação do solo urbano, bem como pelos serviços de drenagem urbana, reconhecidamente de interesse local (Art. 30 da Constituição federal e Lei federal Nº 11.445/2007). No desenvolvimento de projetos de drenagem estas questões legais e ambientais devem ser previamente identificadas e consideradas nas soluções adotadas de gestão ambiental, que passam necessariamente por uma nova forma de pensar para a expansão e a ocupação do espaço urbano.

No município de Tijucas os serviços de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais estão regulamentados pelos seguintes dispositivos legais:

- LEI FEDERAL Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979.

Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

- LEI FEDERAL Nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.

Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis Nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, Nº 8.036, de 11 de maio de 1990, Nº 8.666, de 21 de junho de 1993, Nº 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei Nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

- DECRETO FEDERAL Nº 7.217 de 21 de junho de 2010.

Regulamenta a Lei Federal Nº 11.445 e estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico e dá outras providências.

- LEI ESTADUAL Nº 6.063/1982

Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, e dá outras providências.

- LEI COMPLEMENTAR Nº 5/2010

Dispõe sobre o Plano Diretor Participativo do Município de Tijucas e dá outras providências.

- LEI Nº 2320/2010

Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico de Tijucas.

- LEI Nº 756/90

Dispõe sobre os Parcelamentos do Solo Urbano no Município de Tijucas e dá outras providências.

- RESOLUÇÃO CONAMA Nº 237 de 19 de dezembro de 1997.

Conselho Nacional do Meio Ambiente regulamenta aspectos de licenciamento ambiental.

- RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 001/2006 de 14 de dezembro de 2006 e RESOLUÇÃO CONSEMA Nº 003/2008 de 25 de março de 2008.

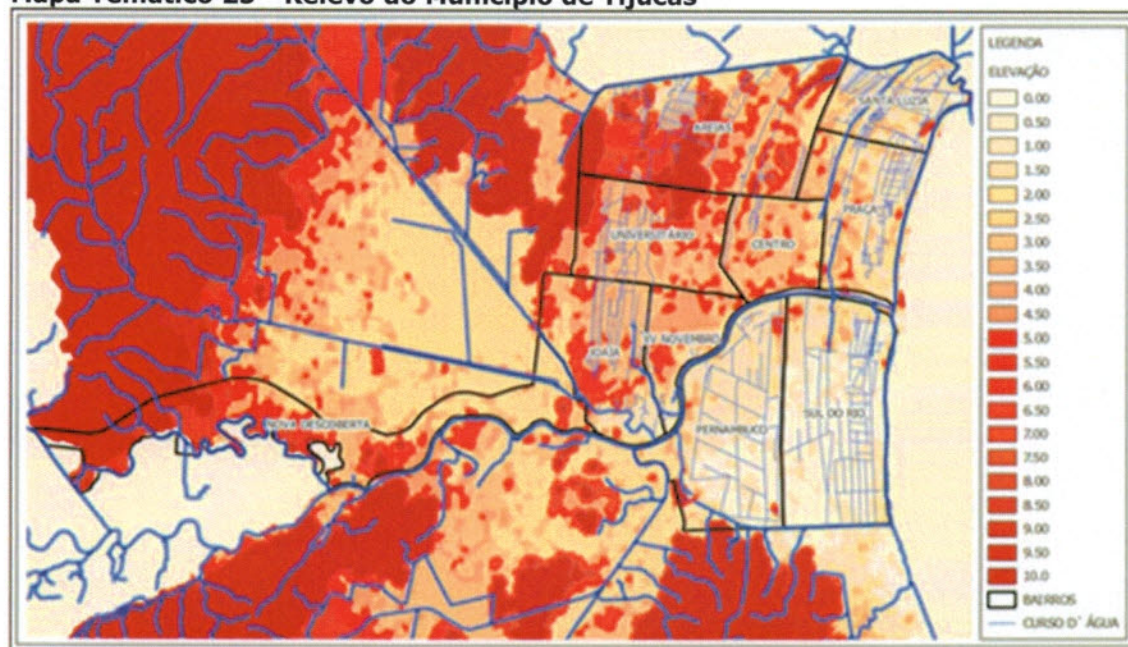
O Conselho Estadual de Meio Ambiente aprova a listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento.

7.5. Diagnóstico

7.5.1. Relevô

O Município de Tijucas está localizado às margens da BR-101, sobre uma planície do litoral catarinense. Identifica-se através disto, uma quantidade significativa de áreas de várzeas e áreas com banhados. Vale ressaltar as dificuldades encontradas pelo Município, com relação ao nível do lençol freático por estar próximo à superfície e também com o efeito refluxo, causado pelas baixas declividades encontradas no relevo e niveladas com as cotas de nível do rio e do mar.

Mapa Temático 25 - Relevo do Município de Tijucas



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

A ocorrência de ocupações não planejadas nestas áreas, como zonas de expansão urbana e que estão fora do controle do Poder Público, ocasionam sérios problemas com a falta de infraestrutura de drenagem no local, e dificultam a tomada de decisões através de medidas mitigadoras, tornando as soluções dos problemas onerosas ou até mesmo inviáveis.

Para o desenvolvimento de bons projetos de engenharia é essencial o domínio do relevo, de forma a permitir tratamento técnico seguro. O município não dispõe de um levantamento aerofotogramétrico com curvas de nível de metro em metro, ou sugestivamente para o caso específico de Tijucas, a cada 20 centímetros, por ser uma área muito plana sem declividades significativas.

7.5.2. Coleta de Dados

A composição deste diagnóstico foi desenvolvida nas formas a seguir descritas:

- REUNIÕES COMUNITÁRIAS: organizadas reuniões comunitárias, em que cada uma delas abrangeu a população de 3 bairros ou mais, com o objetivo de contribuir para o PMSB com informações diárias vividas pela comunidade local, visando a qualidade dos serviços prestados e a prioridade dos programas, projetos e ações a serem desenvolvidos.
- VISITAS TÉCNICAS: as visitas técnicas geralmente são realizadas com algum membro que represente o Município, para ajuda nas informações necessárias a serem levantadas em campo.
- SOLICITAÇÃO DE DADOS: a solicitação é feita a Membros da Prefeitura de Tijucas ou do

Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto, que encaminham os dados existentes e contribuem com o desenvolvimento do trabalho.

- Plano Diretor do Município de Tijucas.

7.5.3. Áreas de Risco de Inundação

Com relação a estas áreas, é necessário primeiramente a adoção de políticas de controle de uso e ocupação do solo para não permitir a ocupação de espaços excedentes críticos e frágeis, que sejam de risco ou que causem problemas futuros para outras áreas vizinhas. Apesar da relocação das ocupações em áreas de grande risco envolver elevados custos, não pode ser descartada a sua realização nas áreas em que o sistema e as estruturas de drenagem não são suficientes para atender a demanda dos riscos a que estão submetidos.

Em maio de 2014, financiado pelo Governo Federal e executado pelo Serviço Geológico do Brasil – CPRM, foi realizado um levantamento das áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massas e enchentes dando condições à defesa civil para realização de ações emergenciais. Estes documentos estão disponíveis na Prefeitura Municipal de Tijucas e em sua página eletrônica servindo como ferramenta para ações rápidas de proteção à população. Este documento aponta todas as áreas de risco, apresentando o diagnóstico do local e um prognóstico para o mesmo. Também identifica a quantidade de pessoas atingidas pelos eventos, assim como o grau de risco a que está submetida aquela população. Neste arquivo, também já estão descritos os planos de contingência de proteção.

7.5.4. Componentes do Sistema de Drenagem

Existem diferentes tipos de componentes do sistema de drenagem que minimizam e solucionam os problemas que surgem quando há incidência de períodos chuvosos.

Drenagem na fonte: são soluções que contribuem para o restabelecimento do equilíbrio hídrico existente e são definidas pelos escoamentos que ocorrem em lotes, condomínios, áreas comerciais, parques, entre outros.

Drenagem Sustentável: utiliza de meios distintos dos meios anteriores, atuando diretamente no controle na fonte e em pequenas áreas de várzea. Estes meios podem ser de diferentes segmentos como sistemas de retenção e detenção que é o caso das cisternas, telhados verdes, dissipadores de energia / escadas hidráulicas; ou para o caso de sistemas onde haja infiltração, que é o caso de pavimentos permeáveis, valas de infiltração, canteiros pluviais, entre outros.

Microdrenagem: entende-se como o sistema de redes de coleta das águas pluviais e seus componentes, como as guias / meio fio, bocas de lobo, sarjetas, sarjetões, poços de visita, condutos forçados, estações elevatórias e galerias.

Macro-drenagem: atua como o destino final do escoamento das águas superficiais e também das águas providas do sistema de microdrenagem. Compõem ainda o sistema, as galerias

de grande porte, canais e rios canalizados. Nos casos para macrodrenagem sustentável, podem ser citadas as bacias de retenção e detenção naturais, revegetação das margens de rios, riachos e córregos e a renaturalização dos cursos d'água.

7.5.5. Características do Sistema de Drenagem

De modo geral, o sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais opera de forma satisfatória, apresentando problemas comuns e semelhantes aos encontrados em diversas outras cidades.

Não obstante, é preciso promover um estudo amplo direcionado à proteção dos canais de drenagem existentes e realizar projetos para contornar o problema causado pela ocupação imobiliária que suprimiu vários canais de drenagem. Trata-se da tarefa da especialidade da Geotecnia, abrangendo estudos geológicos, de mecânica dos solos e de drenagem associada. Normalmente, esses projetos de proteção e contenção de encostas contemplam a inserção de canaletas e canais de captação e escoamento dos deflúvios nos topos e sopés dos taludes, naturais ou artificiais, para evitar sua ação deletéria na erosão dos terrenos. Também é usual a drenagem interna dos maciços de terra, com uso de tubulações captoras dos lençóis freáticos permanentes e transitórios, evitando a saturação hídrica dos solos e aliviando as pressões neutras que via-de-regra desestabilizam as encostas. Embora estas obras não componham o sistema de drenagem das vias e logradouros públicos, objeto deste Plano, fica registrada a sugestão para a sua realização em programa paralelo.

7.6. Situação Atual do Sistema de Drenagem

Como ponto inicial para o desenvolvimento deste diagnóstico, nortearam-se os estudos na observação dos aspectos naturais do município. Ou seja, sendo a sede do município uma área natural de alagamentos, é possível encontrar muitos canais de drenagens em todo Município de Tijucas. Atualmente, é possível encontrar muitos desses elementos de drenagem, já estrangulados, devido à ocupação imobiliária.

Outro ponto importante, é a pequena diferença de altura entre a cota do terreno e o nível de água do Rio Tijucas. Isso exigiria que toda cidade possuísse um eficiente sistema de drenagem. Sendo assim, partiu-se em direção às áreas com grandes riscos e problemas de alagamentos e enchentes. Num aspecto geral, para cada área analisada, foram observados os elementos de drenagem que compõem o sistema, como as bocas de lobo, sarjetas, sarjetões, as condições em que a via se encontra, entre outros.

Ainda assim, sabe-se que em cidades litorâneas existe a influência das marés sob os cursos d'água como rios, córregos, valas de drenagem e a própria rede de drenagem pluvial existente no Município. Para o caso do Município de Tijucas não é diferente, segundo informações da Secretaria de Obras.

7.6.1. Bocas de Lobo e Sarjetas

As bocas de lobo e sarjetas são dispositivos hidráulicos que trabalham em conjunto na captação das águas que escoam sobre a superfície das vias públicas. A função básica das sarjetas é transportar as águas pluviais entre dois pontos determinados pelo projeto, até as bocas de lobo. Já as bocas de lobo, são caixas coletoras que tem como função coletar as águas pluviais e direcioná-las à rede coletora de drenagem urbana. Existem diferentes tipos de bocas de lobo, indicadas para diferentes pontos das vias urbanas, sejam elas, cruzamentos, vias com cotas de terreno mais baixas, vias de tráfego pesado e intenso, entre outros.

No caso de Tijucas, foram encontrados diversos tipos de boca de lobo, estando em sua maioria, deterioradas e obstruídas e, em alguns casos, se encontram com suas tampas danificadas, deslocadas ou suprimidas aumentando o risco de acidentes envolvendo os pedestres que por ali circulam. Muitos dos problemas encontrados estão relacionados com a falta de manutenção e atenção dada a estes elementos hidráulicos que são fundamentais no escoamento das águas pluviais.

Com relação à padronização dos elementos do sistema de drenagem superficial implantadas no Município de Tijucas, foi observado que não há qualquer critério de projeto definindo geometrias e tipo de tampas, ficando desta forma, diferenciadas para cada trecho, havendo neste caso em uma mesma rua, a utilização de mais de um tipo de boca de lobo. E em muitos casos, executadas sem qualquer critério técnico para utilização em vias públicas.

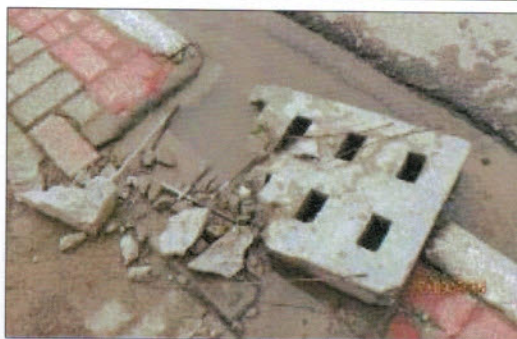


Foto 01. Foto tirada na Rua Bayer Filho, Centro.

A boca de lobo se encontra obstruída estando sua entrada sem proteção, gerando risco ao pedestre. Para este tipo de elemento, como se trata de vias públicas, sugere-se a utilização de uma grade que suporte as solicitações à qual está submetida, evitando que o elemento seja danificado e a partir disso, perdendo sua função.



Foto 02. Foto tirada na Avenida José Manoel Reis, Areias.

A boca de lobo se encontra obstruída com vegetação, fora dos padrões recomendados para serem empregados em vias públicas, possuindo uma entrada pequena e de fácil obstrução. Neste caso, a falta de manutenção e preservação dificultam o funcionamento da mesma. A tampa da boca de lobo também está danificada, podendo ser um risco aos pedestres que por ali passam.



Foto 03. Foto tirada na Av. José Manoel Reis com a Rua Mario Cesar Cirilo, Centro.

A boca de lobo se encontra destruída coberta por vegetação e completamente soterrada. Neste caso, ela deverá ser reconstruída de acordo com padrões e seguindo orientação técnica a fim de ser utilizada em vias públicas. Na forma em que se encontra, não possui qualquer serventia para o sistema, favorecendo o alagamento da via por impedir que a água escoe e seja coletada pelo sistema de drenagem.



Foto 04. Foto tirada na Rua Juventino Jacomossi com a Rua Ademar Carvalho, Centro.

A boca de lobo encontra-se destruída, porém ainda em funcionamento, estando fora de qualquer tipo de padronização ou norma. A entrada da boca de lobo não possui qualquer sistema de proteção que evite a passagem de objetos que possam obstruir o sistema. As guias, em seu entorno, foram suprimidas juntamente com a calçada, prejudicando ainda mais o escoamento das águas pluviais. Na forma em que se encontra, a mesma força que os pedestres passem pela via, colocando-os em risco.

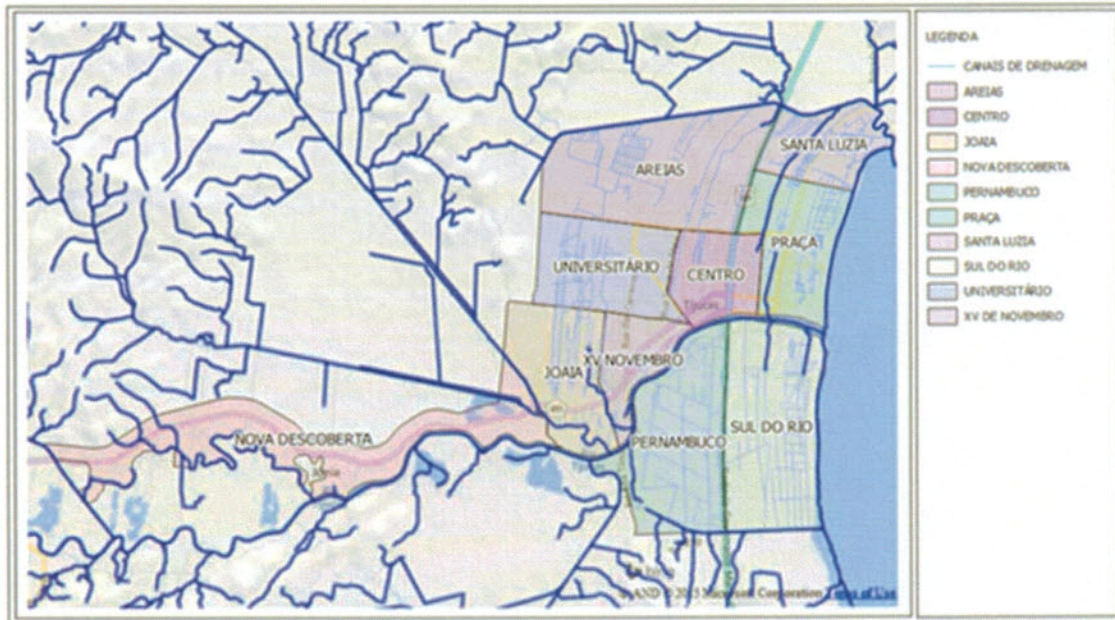
Os casos apresentados acima demonstram somente uma fração pequena dos problemas encontrados com relação às bocas de lobo no Município.

Sugere-se a partir deste diagnóstico que o município adote uma padronização das bocas de lobo, sarjetas e guias, adequando-as às normas e aos critérios técnicos; criação de um programa e execução de manutenções periódicas para que estejam sempre funcionais. De forma imediata, é necessário que seja realizada a reforma e adequação destes elementos para o correto funcionamento do sistema.

7.6.2. Valas de Drenagem

Como mencionado anteriormente, a área urbanizada do Município de Tijucas se desenvolveu sobre áreas alagáveis, com altura dos lençóis freáticos próxima à superfície, o que forçou no passado a implantação de vários canais de drenagem a fim de tornar estas áreas utilizáveis. Porém, com o desenvolvimento da cidade, estes canais estão sendo suprimidos pela implantação de redes de drenagem que, em muitos casos, estão sendo instaladas sem qualquer dimensionamento visando os efeitos globais desta ação sobre as áreas a montante ou a jusante, o que as torna regiões antes protegidas e agora de risco a efeitos de precipitação intensa. Através dessas medidas, também ocorre o agravamento dessas margens reduzindo as áreas que poderiam ser alagáveis e de amortecimento dessas vazões excessivas das águas superficiais coletadas.

Mapa Temático 26 - Identificação dos Canais de Drenagem do Município de Tijucas



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda.

As valas de drenagem funcionam também como dispositivos escoadouros das águas superficiais conduzindo-as para pontos mais baixos até chegarem aos rios e desagüarem no mar. É preciso dar bastante atenção por serem extensas e abrigarem grandes quantidades das águas pluviais, as quais possuem em muitos casos, suas margens e áreas no entorno que servem como zonas de amortização dando sobrevida ao sistema de drenagem existente e que se encontra comprometido. Foi observado que quando ocorre o estrangulamento desses canais de drenagem, ao ligar-se à rede que adentra a área urbana, forma-se um gargalo impedindo que a água escoe com rapidez, ficando retida a montante.

A imagem a seguir, demonstra um exemplo de estrangulamento de canal, onde se tem a vala de drenagem e a mesma é interrompida pela implantação de uma via.



Imagem 26 - Estrangulamento de Canal de drenagem na Empresa Portobello

Tal fato justifica ainda mais a preservação dessas áreas alagáveis, pois se tornam bacias de amortização que acumulam este excesso de água liberando-as para a rede de drenagem de forma que assegurem as áreas a jusante para que não se alaguem.

Grande parte desses elementos de drenagem estão cobertos por vegetação, que em grandes quantidades, acabam prejudicando o seu funcionamento, pois obstruem o canal de passagem e dificultam o escoamento das águas. Isso ocasiona um maior volume de água nos canais, o que, em épocas de chuvas, se torna um agravante para as comunidades mais próximas, gerando risco de alagamentos e inundações. A imagem a seguir apresenta um exemplo de vala de drenagem em mau estado de conservação.

Grande parte desses elementos de drenagem estão cobertos por vegetação, que em grandes quantidades, acabam prejudicando o seu funcionamento, pois obstruem o canal de passagem e dificultam o escoamento das águas. Isso ocasiona um maior volume de água nos canais, o que, em épocas de chuvas, se torna um agravante para as comunidades mais próximas, gerando risco de alagamentos e inundações. A imagem a seguir apresenta um exemplo de vala de drenagem em mau estado de conservação.



Imagem 27 - Vala de drenagem obstruída por vegetação, bairro Joaia

Para garantir o bom funcionamento desses canais de drenagem é necessária a realização de uma manutenção preventiva com limpeza, desassoreamento e preservação da vegetação de suas margens, ações estas que permitirão que as águas escoem naturalmente. A imagem abaixo demonstra um exemplo de vala de drenagem, em bom estado de conservação.



Imagem 28 - Vala de drenagem em frente à empresa Portobello, bairro Areias

7.6.3. Rede de drenagem existente

A rede de drenagem do Município abrange o perímetro urbano e alguns bairros isolados, sendo que muitas regiões não possuem vias pavimentadas, não existindo assim, um sistema de drenagem nestes locais.

De acordo com a visita técnica, observou-se que o sistema satisfaz as necessidades do município. No entanto, foi observado que alguns trechos não atendem mais às solicitações a que são submetidos, o que por sua vez acabam ocasionando problemas isolados sobre a cidade, através de alagamento das pistas em precipitações intensas. A imagem a seguir demonstra o alagamento de um trecho da Avenida Hercílio Luz, por onde passa uma tubulação subdimensionada dificultando o rápido escoamento da água.



Imagem 29 - Av. Hercílio Luz após precipitação intensa, bairro Universitário

O mesmo ocorre em outros pontos, como Avenidas principais e ruas com tráfego de veículos mais intenso, onde as redes de drenagem existentes são mais antigas, sendo possível perceber que a eficiência da coleta das águas pluviais não acontece como deveria. De acordo com informações fornecidas pelo responsável pelo sistema de drenagem do Município de Tijucas, a rede de drenagem dessas vias encontra-se comprometida por diversas formas, como: tubulações obstruídas com areia, resíduos e entulhos, tubulações muito antigas já em processo de deterioração, tubulações que foram subdimensionadas quando implantado o sistema de drenagem e outros.

Vale ressaltar ainda que segundo informações, as tubulações também sofrem influência da maré, pelo fato de Tijucas ser uma cidade litorânea. A influência da maré sobre as tubulações é um ponto bem relevante, pelo fato de existir o retorno das águas ao sistema de drenagem. Os pontos de jusante de redes, onde há acúmulo do escoamento superficial das águas, são os primeiros a serem atingidos em épocas de chuvas e cheias. Isto porque, com o constante aumento da urbanização, há um aumento das áreas impermeabilizadas e consequente aumento do escoamento superficial. Isso exige que o sistema de drenagem colete uma maior quantidade de águas, o que geralmente, não acontece, pois nunca se encontram sistemas dimensionados de acordo com as vazões a que são submetidos.

7.6.4. Intensidade, Duração e Frequência (IDF)

Sistemas de drenagem urbana dificilmente encontram-se dimensionados de forma correta e eficaz. Uma grande parte das regiões brasileiras sofre com os picos de chuva, que não absorvidos pelos sistemas de drenagem, causam alagamentos e enchentes.

Conhecer o comportamento dos picos de chuvas nas regiões brasileiras, assim como em outras localidades, permite que os projetos de drenagem urbana possam ser dimensionados e planejados de modo mais eficaz para combater a quantidade precipitada em períodos chuvosos.

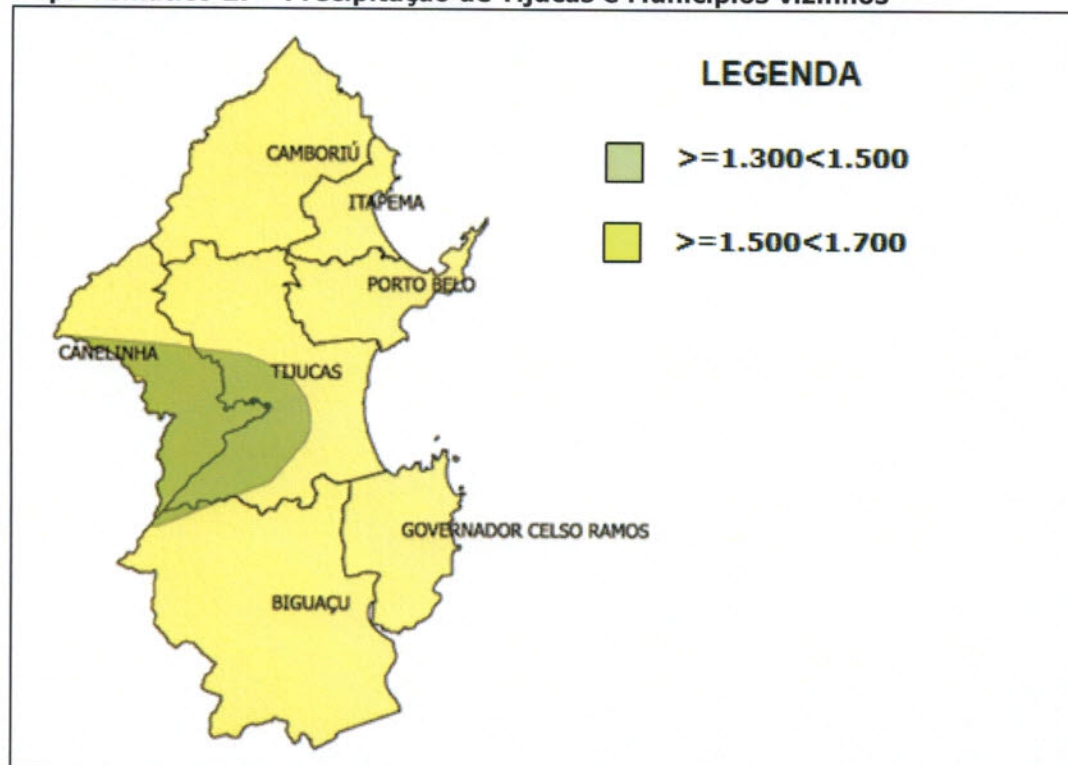
Para este planejamento, existem diversos métodos de cálculo para o controle de cheias e amortização das vazões. A intensidade pontual máxima pode ser determinada através da relação intensidade-duração-frequência – IDF, das chuvas.

A equação IDF, através de séries históricas de precipitação, permite fazer um levantamento médio da ocorrência de chuvas, baseando-se em períodos de tempo de retorno em que a região pode ser atingida ou superada. O período de retorno é o intervalo de tempo de ocorrência de que um evento climático pode acontecer. A definição do período de retorno é feita pelo Município, que é quem decide o nível de proteção aceitável, para basear o dimensionamento do projeto no tempo de retorno. Lembrando que, quanto maior o período de retorno adotado, menor é a probabilidade de risco da ocorrência do evento e consequente proteção da população, porém maiores serão os investimentos e custos de implantação das obras.

De acordo com pesquisa realizada na Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – EPAGRI, que é a responsável pelos pluviômetros instalados em Tijucas, foram encontrados dados de séries históricas a partir do ano de 2012. Analisando até a presente data, considera-se um período de tempo muito curto, visto que para a realização das médias de precipitações, consideram-se períodos de 20 a 30 anos.

Pesquisaram-se também as séries históricas na Agência Nacional de Águas – ANA, que não controla nenhum pluviômetro de Tijucas. Sendo assim, foi escolhido um Município que ficasse próximo a Tijucas e que tivesse as mesmas características físicas.

Mapa Temático 27 - Precipitação de Tijucas e Municípios vizinhos



Fonte: Mapa WEB – EPAGRI – <http://ciram.epagri.sc.gov.br>

O Município de Governador Celso Ramos foi escolhido como referência, para a coleta de dados das séries históricas. Além disso, também é necessário definir os parâmetros a serem utilizados na equação IDF que segue abaixo:

$$i = \frac{KT^m}{(t + b)^n}$$

onde:

i = intensidade média máxima da chuva em mm/h;

T = período de retorno em anos

t = duração da chuva em minutos

K, m, b, n = parâmetros da equação determinados para cada local. Na equação ajustada para Governador Celso Ramos, os parâmetros são:

Para $t \leq 120$ min		Para $120 \leq t \leq 1.440$ min	
K =	838,7	K =	1429,8
m =	0,2526	m =	0,2505
b =	10,6	b =	32,6
n =	0,7393	n =	0,8199
R ² =	0,9699	R ² =	0,9746

A partir destes parâmetros, é possível calcular a intensidade das chuvas pra diferentes períodos de tempo (anos) e também a variação da duração (minutos), de precipitação (mm/h).

Vale ressaltar que para a duração de precipitação em até 120 min foram utilizados os parâmetros relacionados para $t \leq 120$ min. Deste ponto em diante, utilizaram-se os outros parâmetros para tempos de precipitação em até 1.440 min. Segue o quadro a seguir:

Quadro 24 - Equação IDF – Intensidade x Duração x Frequência

Duração (min)	INTENSIDADE DE PECIPITAÇÃO (mm/h)						
	Período de Retorno (Anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
5	131,1	165,2	196,8	234,5	248,1	295,6	352,2
10	106,7	134,5	160,3	190,9	202,0	240,7	286,7
15	90,9	114,6	136,5	162,6	172,0	205,0	244,2
20	79,7	100,4	119,6	142,5	150,8	179,6	214,0
25	71,2	89,8	107,0	127,4	134,8	160,6	191,3
30	64,6	81,5	97,1	115,6	122,3	145,7	173,6
35	59,3	74,8	89,1	106,1	112,3	133,7	159,3
40	54,9	69,2	82,5	98,3	104,0	123,8	147,5
45	51,2	64,6	76,9	91,6	97,0	115,5	137,6
50	48,1	60,6	72,2	86,0	91,0	108,4	129,1
55	45,3	57,1	68,1	81,1	85,8	102,2	121,8
60	42,9	54,1	64,5	76,8	81,3	96,8	115,3
75	37,2	46,9	55,9	66,6	70,5	84,0	100,0
90	33,0	41,7	49,6	59,1	62,5	74,5	88,8
105	29,8	37,6	44,8	53,3	56,4	67,2	80,1
120	27,2	34,3	40,9	48,7	51,6	61,4	73,2
150	23,8	29,9	35,6	42,4	44,8	53,3	63,4
180	21,0	26,4	31,4	37,4	39,5	47,0	56,0
240	17,1	21,6	25,6	30,5	32,3	38,4	45,6
300	14,6	18,3	21,8	25,9	27,4	32,6	38,8
360	12,7	16,0	19,0	22,6	23,9	28,5	33,8
420	11,3	14,2	16,9	20,1	21,3	25,3	30,1
480	10,2	12,8	15,3	18,2	19,2	22,9	27,2
600	8,6	10,8	12,9	15,3	16,2	19,2	22,9
720	7,5	9,4	11,2	13,3	14,0	16,7	19,9
840	6,6	8,3	9,9	11,7	12,4	14,8	17,6
960	5,9	7,5	8,9	10,6	11,2	13,3	15,8
1080	5,4	6,8	8,1	9,6	10,2	12,1	14,4
1200	5,0	6,3	7,4	8,9	9,4	11,1	13,2
1320	4,6	5,8	6,9	8,2	8,7	10,3	12,3
1440	4,3	5,4	6,4	7,7	8,1	9,6	11,4

7.6.4.1. Séries Históricas de Precipitação

Como falado anteriormente, foram coletados os dados das estações pluviométricas para cálculo das precipitações. As séries históricas variam do ano de 1983 a 2015, sendo o ano de 2015 parcial coletado até o mês de Abril. A partir dos dados coletados, foram feitos gráficos identificando as precipitações máximas totais de cada ano, média histórica de todos os anos e a média diária mensal.

Gráfico 8 - Total de Precipitação Anual (1983 – 1993)

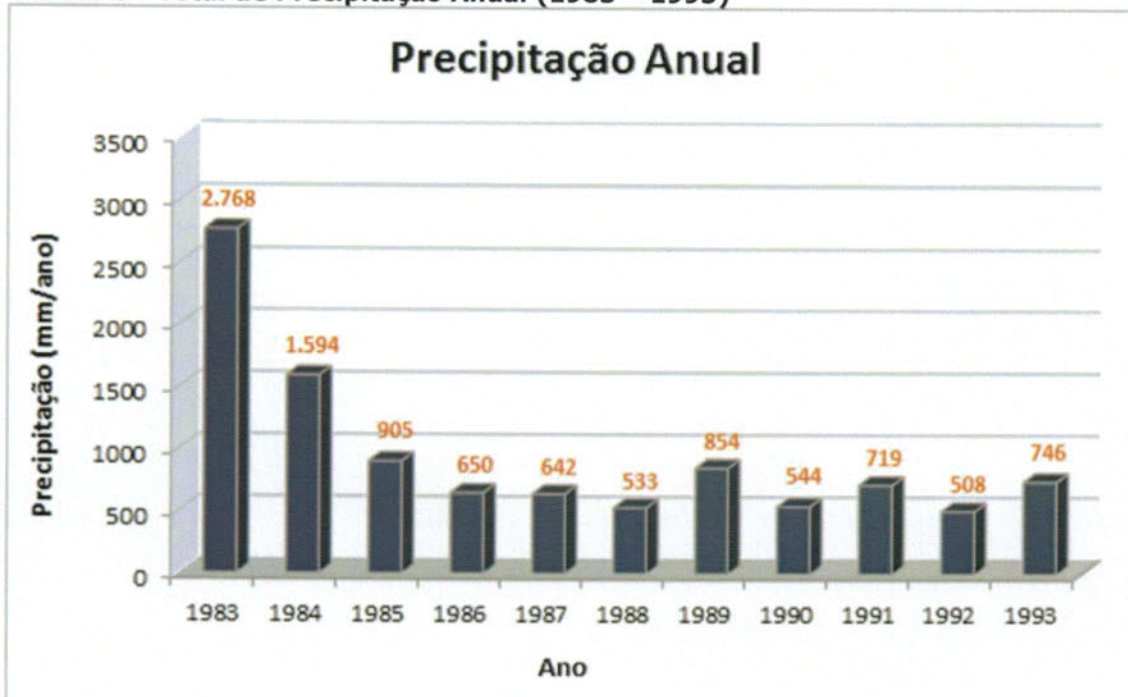
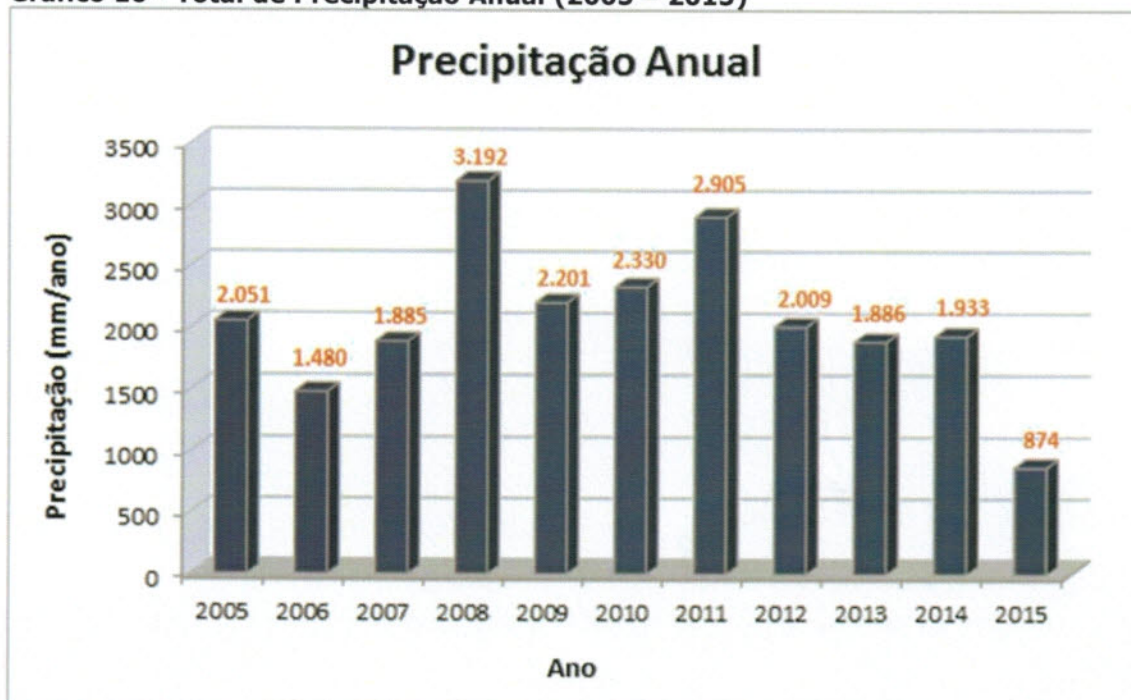


Gráfico 9 - Total de Precipitação Anual (1994 – 2004)



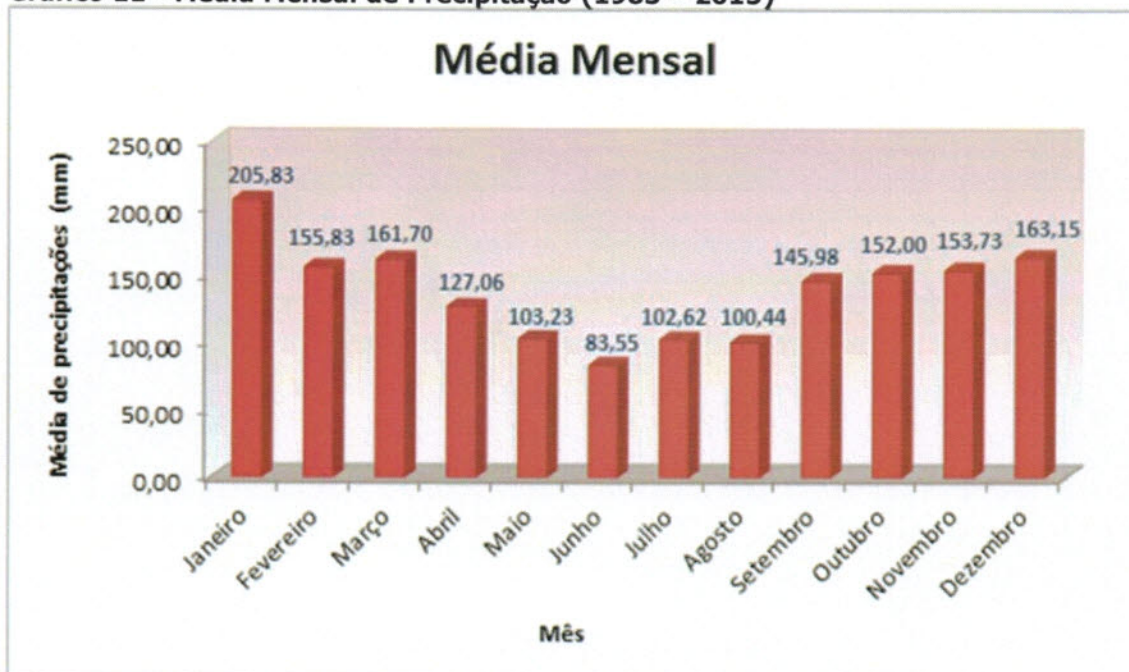
Gráfico 10 - Total de Precipitação Anual (2005 – 2015)



A média histórica das precipitações ocorridas entre os anos de 1983 e 2015 foi de 1.585 mm.

Para identificação de épocas de maior incidência de chuva, durante os anos, foram feitas as médias de cada mês, para todos os anos. Seguem os gráficos, para verificação.

Gráfico 11 - Média Mensal de Precipitação (1983 – 2015)



Observou-se que as precipitações de maior volume de água estão concentradas nos períodos da primavera e verão.

A partir das séries históricas, também foi feito um levantamento das máximas diárias de cada mês, identificando o volume de precipitação e o mês de ocorrência do evento. Pode-se constatar que a máxima diária entre o período de 1983 a 2015, foi o dia 12 de novembro de 1983, com um volume máximo de 186,7 mm.

Quadro 25 - Máxima Precipitação Diária do Ano (1983 – 2015)

Ano	Mês	Máx. Prec. Diária (mm/dia)	Ano	Mês	Máx. Prec. Diária (mm/dia)
1983	Novembro	186,7	2000	Março	65,7
1984	Novembro	118,4	2001	Outubro	170,9
1985	Março	85,1	2002	Outubro	75,4
1986	Abril	45,5	2003	Novembro	100,5
1987	Fevereiro	36,2	2004	Abril	180,7
1988	Setembro	30,8	2005	Maio	79,6
1989	Dezembro	46,4	2006	Janeiro	90,6
1990	Novembro	46,2	2007	Agosto	65,7
1991	Novembro	40,2	2008	Fevereiro	146,8
1992	Maio	30,2	2009	Abril	146,5
1993	Setembro	40,2	2010	Março	95,6
1994	Dezembro	54,1	2011	Março	138,5
1995	Dezembro	115,6	2012	Janeiro	87,5
1996	Fevereiro	111,8	2013	Março	65,7
1997	Outubro	63,1	2014	Dezembro	76,5
1998	Setembro	73,8	2015	Fevereiro	113,6
1999	Janeiro	101,1	-	-	-

7.6.5. Leptospirose x Precipitação

A leptospirose é uma doença infecciosa causada por uma bactéria encontrada na urina dos ratos, transmitida na maioria das vezes através do contato com as águas, com a lama trazida pela enchente, com alimentos contaminados, ou mesmo pelo solo contaminado por animais portadores da leptospira. A bactéria penetra no corpo pela pele, com ou sem ferimentos. A leptospirose constitui um problema de saúde pública, associado, principalmente à falta de controle de ratos e más condições de higiene, agravadas, principalmente, pela presença de água ou lama contaminada, de enchentes e alagamentos, estes últimos decorrentes da não funcionalidade dos sistemas de drenagem.

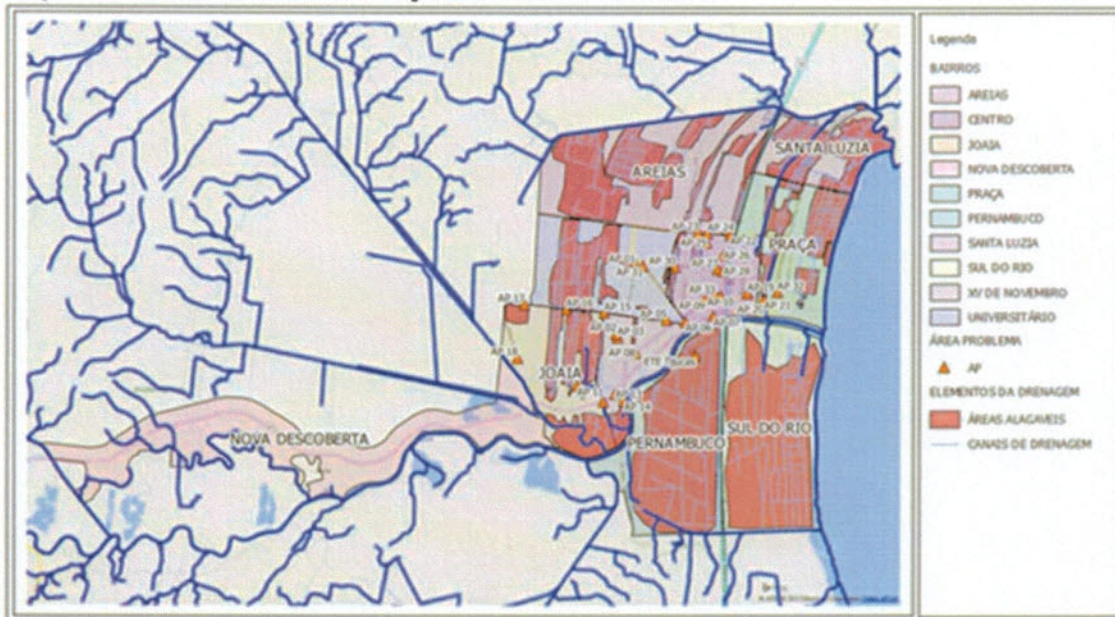
7.6.6. Metodologia para as Áreas Problema

Através de visita realizada em campo no Município de Tijucas, juntamente com o encarregado pelo sistema de drenagem, foi realizado o levantamento das áreas que apresentam problemas de drenagem. Também foram verificados os elementos hidráulicos que compõem o sistema como as bocas de lobo, sarjetas, valas de drenagem, e diagnosticados de acordo com a situação em que se encontram. Dessa forma, foram realizados os prognósticos identificando as medidas necessárias para melhorias no sistema de drenagem.

7.6.6.1. Áreas Problema

O Município de Tijucas como outros municípios brasileiros possuem vários problemas de drenagem, como alagamento de pista, redes subdimensionadas, falta de padronização dos elementos de drenagem, refluxo da maré, nível do lençol freático próximo à superfície, elevado índice de áreas impermeáveis, área de amortecimento em riscos pela especulação imobiliária, canais de drenagem desprotegidos e parcialmente obstruídos, redes de drenagem antigas deterioradas e obstruídas, bocas de lobo danificadas, obstruídas, mal localizadas e sem qualquer padronização, falta de cadastro da rede dificultando qualquer tipo de dimensionamento do sistema e vias danificadas pela passagem de tráfego pesado ou por intervenção de obras, com reconstituições mal sucedidas e que acabam danificando os elementos de drenagem superficiais como sarjetas, pista de rolagem, meio fio, bocas de lobo, sarjetões, entre outros. O mapa a seguir apresenta as áreas que devem ser consideradas relevantes e acompanhadas pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem municipal no perímetro urbano.

Mapa Temático 28 - Identificação das Áreas Problema



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

Para cada área visitada foram avaliados e descritos, em forma de questionário, os problemas encontrados, apresentados a seguir. É importante ressaltar que no mapa acima as linhas azuis indicam os rios, valas ou canais de drenagem, elementos estes muito importantes para o município, pois são eles que absorvem as águas das chuvas recolhidas pelo sistema de drenagem das vias conduzindo-as até o oceano. A conservação e proteção desses elementos e suas margens é imprescindível, a fim de evitar complicações futuras para o município. As áreas em marrom identificam as áreas alagáveis que servem como bacias de amortecimento que, assim como os canais, são extremamente importantes, pois acumulam o excesso de águas superficiais e posteriormente liberam para o sistema de escoamento de forma harmoniosa, reduzindo impactos em regiões vizinhas.

Em geral o sistema de drenagem implantado no município de Tijucas atende suas necessidades, porém deverão ser corrigidos alguns problemas pontuais nos elementos que constituem o sistema de drenagem. É também importante a elaboração de um plano de gerenciamento das águas superficiais no sentido de orientar e dar um rumo para ações a serem tomadas para controlar, reduzir ou eliminar os efeitos gerados por precipitações intensas sobre o município ou a montante.

BAIRRO CENTRO

No bairro Centro a maioria dos problemas de drenagem encontrados estão relacionados ao alagamento parcial das pistas de rolagem danificadas pelo tráfego pesado ou por obras realizadas sobre ela, cuja reconstituição fora realizada de forma inadequada, o que acabou deteriorando os elementos que compõem o sistema de drenagem superficial da via. Quanto às redes de drenagem, segundo encarregado do sistema de drenagem do município, este bairro possui trechos de redes subdimensionadas, antigas, deterioradas e/ou obstruídas. O mapa a seguir apresenta as áreas indicadas como AP – Áreas Problemas ou Alagáveis pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem no Bairro Centro.

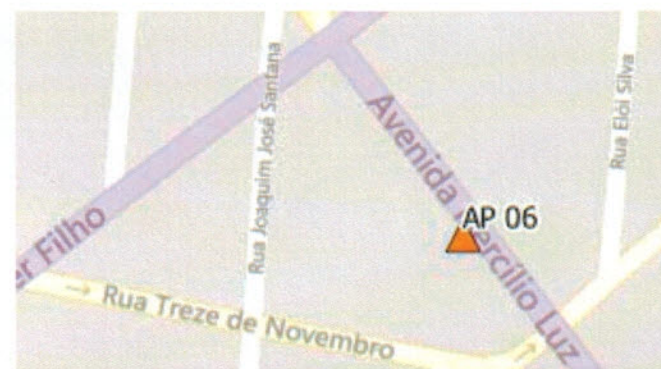
Mapa Temático 29 - Áreas Problema do Bairro Centro



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 06	COORD. LONGITUDE:	48°38'16.57"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'38.68"S	SETOR:	04
LOGRADOURO:	AVENIDA HERCÍLIO LUZ (INÍCIO)				

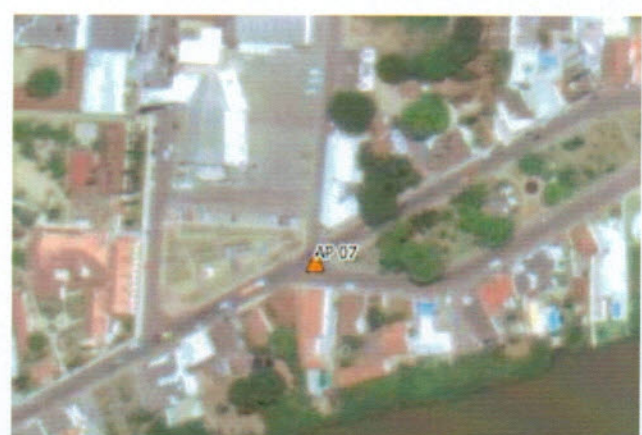
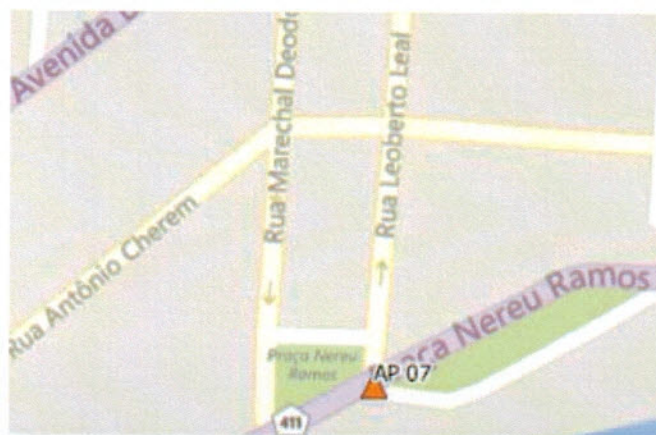


DIAGNÓSTICO: Na avenida existem vários pontos de acúmulo de água da chuva, decorrente da deformação da pista, tráfego pesado e problemas ocasionados pela má reconstituição da via em obras passadas. Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, ao longo da avenida existem trechos bastante danificados e que acabam impedindo o escoamento das águas pelas sarjetas até às bocas de lobo. Também relatou que a rede implantada está parcialmente obstruída e subdimensionada, o que compromete seu funcionamento.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a recuperação da via, a desobstrução da rede de drenagem e no futuro sua substituição por uma nova, seguindo um plano de gerenciamento do sistema de drenagem municipal. Também neste processo, é importante que a rede e seus elementos sejam cadastrados e normatizados. É imprescindível que se realizem manutenções preventivas e periódicas seguidas dentro de um plano de conservação das ruas e das redes de drenagem. Com relação às obras, deve haver um controle maior de fiscalização sobre as empreiteiras tanto nas obras principais, quanto nas secundárias, como a reconstituição e acabamento da via, exigindo a aplicação de técnicas eficazes de engenharia que evitem deformações futuras da pista.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 07	COORD. LONGITUDE:	48°37'59.04"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'35.54"S	SETOR:	04
LOGRADOURO:	RUA CORONEL BUCHELLE (PRÓXIMO A PRAÇA NEREU RAMOS)				

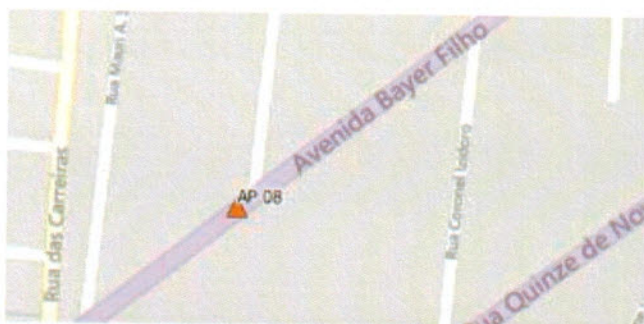


DIAGNÓSTICO: Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, a Rua Coronel Buchelle encontra-se com o sistema de drenagem comprometido e danificado pelo tráfego pesado, pela má reconstituição da via após obras, dificultando o escoamento superficial das águas das chuvas que acabam acumulando-se nas deformações presentes na pista. Uma área significativa com relação a estes problemas é o início da praça onde se apresenta uma grande depressão.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a correção e manutenção constante da via de acordo com técnicas específicas, a fim de proporcionar aumento de sua capacidade de utilização, de maneira que se evitem futuras deformações da pista. Como se trata de uma rua que margeia o Rio Tijucas, que é o corpo receptor destas águas coletadas pelo sistema de drenagem, é interessante que todas as redes implantadas nesta região sejam reavaliadas e substituídas por tubulações mais apropriadas, pois em alguns casos elas recebem contribuições de outras áreas do município, de forma que se as mesmas não estiverem dimensionadas corretamente poderão ser pontos de gargalo, prejudicando as áreas a montante, pois não haverá o escoamento adequado de suas águas superficiais gerando desta forma pontos de alagamento. No redimensionamento deverão levar em conta a maré e o nível do rio, a fim de evitar seus efeitos sobre o sistema de drenagem municipal.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 08	COORD. LONGITUDE:	48°37'59.04"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'35.54"S	SETOR:	04
LOGRADOURO:	RUA RUA BAYER FILHO, (Nº 215 a nº 353)				

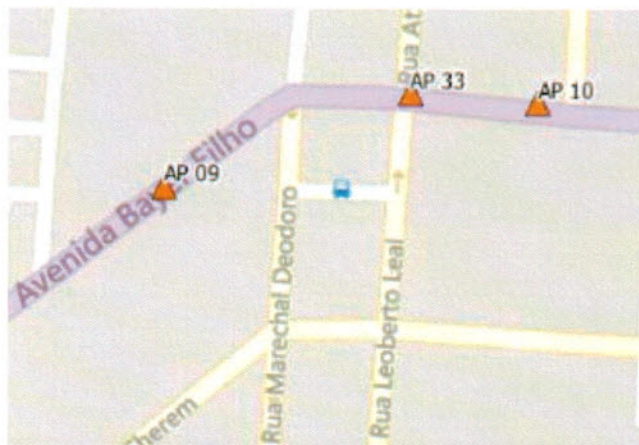


DIAGNÓSTICO: Nesta avenida existem constantes alagamentos decorrentes da falta de capacidade da rede de drenagem implantada, em conduzir toda esta demanda em momentos de precipitação intensa, pois segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, a tubulação ali instalada é muito antiga e encontra-se obstruída. Vale ressaltar também, que a rede de drenagem neste ponto sofre influência da maré, reduzindo sua eficiência e obstruindo ainda mais rápido a rede com areia e entulhos.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a implantação da recuperação da rede de drenagem, prevendo uma substituição da tubulação ao longo da avenida e implantação de mecanismos que evitem o refluxo na rede nos pontos próximos ao corpo receptor. É imprescindível que haja um programa de conservação e manutenção preventiva das ruas, redes de drenagem e dos elementos que a compõem. Mas antes de qualquer obra, o sistema de drenagem municipal deve ser avaliado como um todo, redimensionado seguindo um Plano Diretor global de manejo das águas superficiais para o município, a fim de aproveitar o máximo a rede já instalada e substituir aqueles trechos que realmente precisam, em etapas de curto, médio e longo prazo. Também é importante que a rede seja cadastrada, mantendo seus dados atualizados e criem uma normatização para os elementos que compõem o sistema de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 09/10/33	COORD. LONGITUDE:	48°37'54.68"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'24.40"S	SETOR:	02
LOGRADOURO:	AVENIDA BAYER FILHO E RUA JACOB LAMEU TAVARES (Nº 205 a Nº1767)				

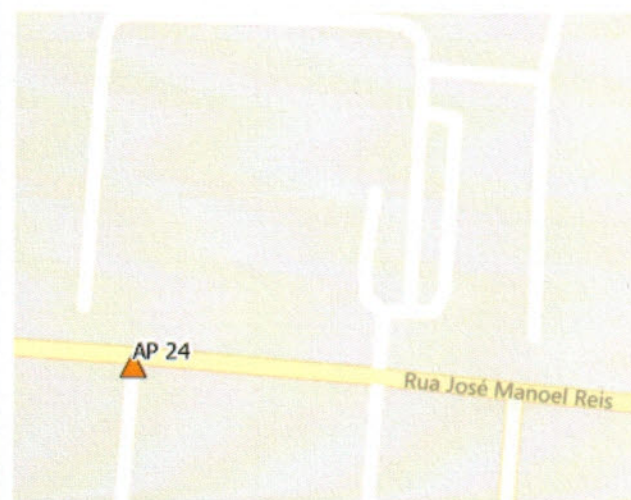


DIAGNÓSTICO: Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, nesta avenida e suas transversais existem sérios problemas com alagamento quando chove, visto que a tubulação existente encontra-se comprometida, deteriorada e geralmente obstruída, além de estar subdimensionada. Vale ressaltar, que a rede de drenagem sofre influência da maré, o que gera complicações ainda maiores, como refluxo, obstruindo a tubulação com areia e entulhos. As áreas problemas (AP) mais significantes sobre esta avenida estão indicadas no mapa acima.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se avaliação e implantação de uma nova tubulação de drenagem ao longo da avenida, a fim de eliminar os gargalos que hoje ela apresenta e favorecer o escoamento das águas das chuvas, evitando assim o transbordamento da rede de drenagem. Nos casos de implantação de nova tubulação, é fundamental que tenha um correto dimensionamento prevendo o crescimento da cidade e preservando as áreas de infiltração, as áreas alagáveis de amortecimentos, os corpos hídricos tanto naturais como artificiais e promovendo a preservação de suas margens e a regulamentação de faixas sanitárias. Manter um programa de manutenções periódicas do sistema de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 24	COORD. LONGITUDE:	48°38'3.10"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°13'51.37"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	CRUZAMENTO DA RUA JOSÉ MANOEL REIS COM RUA MARIO CESAR CIRILO				

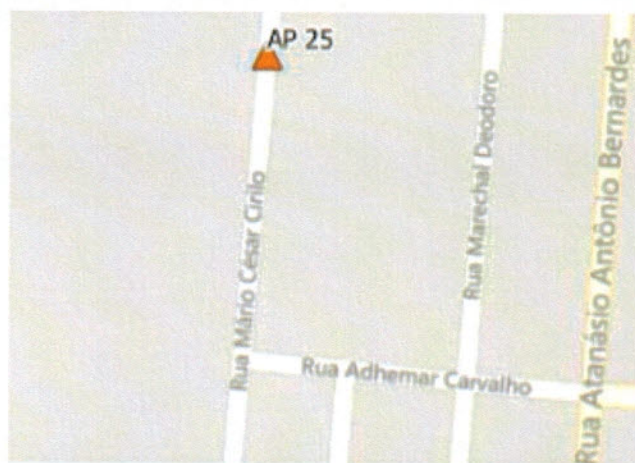


DIAGNÓSTICO: Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, a via local encontra-se deformada em alguns pontos da pista de rolagem devido ao tráfego intenso. Estas deformações prejudicam os sistemas de drenagem superficiais impedido que as águas escoem e se acumulem nas depressões da pista de rolagem.

PROGNÓSTICO: Deve haver manutenção da via e das redes de drenagem, como dos componentes hidráulicos do sistema, recuperação ou implantação das bocas de lobo e sarjetas para que as águas não se acumulem na superfície e possam escoar pelos dispositivos hidráulicos e pela rede de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 25	COORD. LONGITUDE:	48°38'3.10"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°13'51.37"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	Cruzamento da Rua José Manoel Reis com Rua Mario Cesar Cirilo				

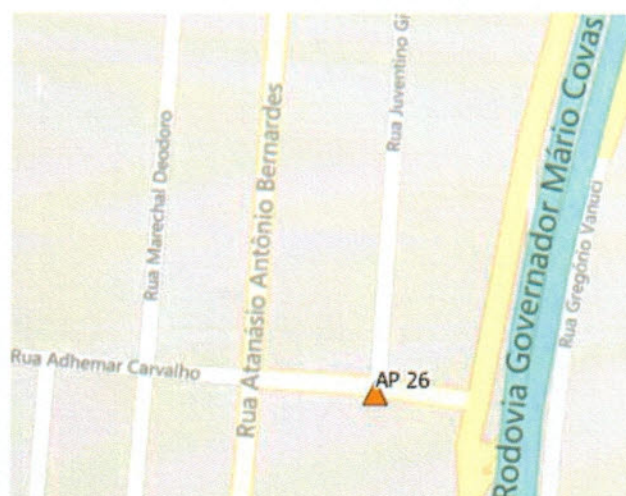


DIAGNÓSTICO: Pontos de alagamento ao longo da via. A via encontra-se em bom estado, dando condições de escoamento satisfatórias para um bom funcionamento do sistema de drenagem, porém, foi vista uma quantidade muito pequena de bocas de lobo ao longo de toda a rua. Certamente isto facilita o acúmulo de água.

PROGNÓSTICO: A manutenção do sistema de drenagem não pode ocorrer somente nas tubulações. É preciso verificar os elementos hidráulicos que compõem o sistema, como as bocas de lobo e as sarjetas, e verificar se as mesmas estão funcionando corretamente e se foram dimensionadas corretamente também.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 26	COORD. LONGITUDE:	48°37'52.94"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'1.87"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	RUA JUVENTINO JACOMOSSO COM RUA ADEMAR CARVALHO				



DIAGNÓSTICO: A Rua Ademar Carvalho apresenta sérios problemas de drenagem devido à deformação da sua pista de rolagem, tendo seus elementos de drenagem superficial comprometidos, impedindo que as águas escoem pelo sistema de drenagem. Também foi observado que existem bocas de lobo danificadas ou obstruídas, devendo estas serem consertadas.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a recuperação da via, a desobstrução da rede de drenagem e no futuro sua substituição por uma nova, seguindo um plano de gerenciamento do sistema de drenagem municipal. Também neste processo, é importante que a rede e seus elementos sejam cadastrados e normatizados. É imprescindível que haja manutenções preventivas e periódicas seguidas de um plano de conservação das ruas e das redes de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 27	COORD. LONGITUDE:	48°37'56.37"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'9.57"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	CRUZAMENTO DA ATANÁSIO BERNARDES COM RUA ANTÔNIO BAYER				

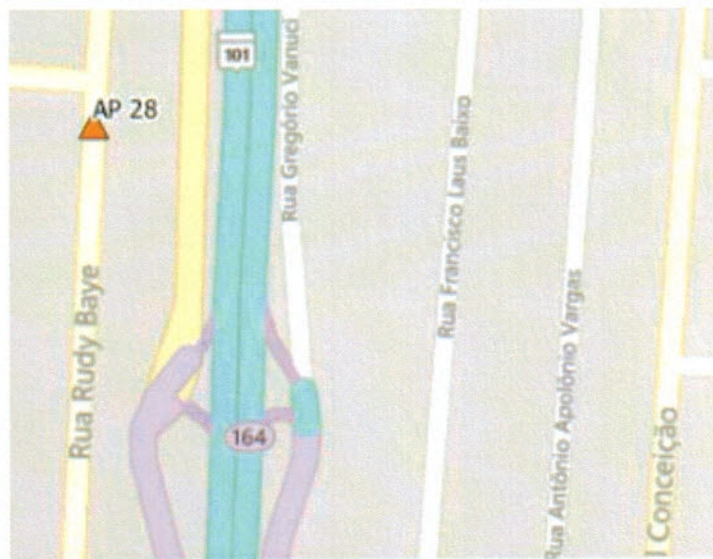


DIAGNÓSTICO: Esta rua também apresenta imperfeições, podendo-se perceber a deformação da mesma. Isso ocorre devido ao tráfego de caminhões e automóveis mais pesados. A rua também não apresenta bocas de lobo no local onde há o acúmulo da água. Nas imagens acima, é possível ver os trabalhadores limpando a via.

PROGNÓSTICO: É necessário que medidas de correção sejam tomadas, para que não fique água parada sobre a via de tráfego de veículos. Recomenda-se a recuperação da via, a desobstrução da rede de drenagem, seguindo um plano de gerenciamento do sistema de drenagem municipal. Também neste processo, é importante que a rede e seus elementos sejam cadastrados e normatizados. É imprescindível que haja manutenções preventivas e periódicas seguidas de um plano de conservação das ruas e das redes de drenagem. Relocação ou implantação das bocas de lobo ao longo da via.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

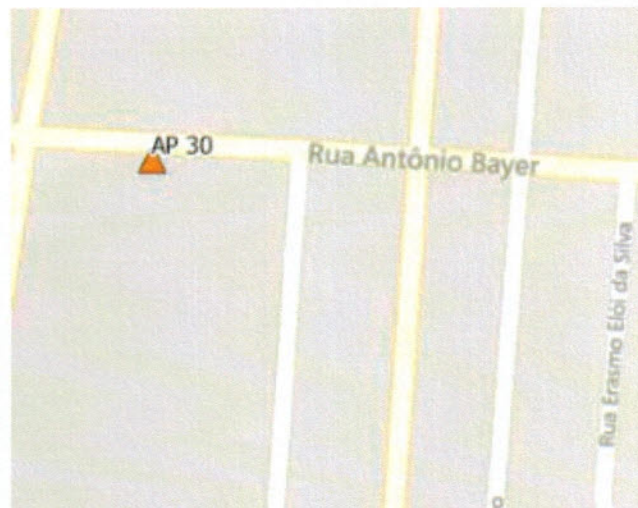
ID. ÁREA:	AP 28	COORD. LONGITUDE:	48°37'53.00"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'10.59"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	RUA RUDY BAYER, PRÓXIMO AO Nº 364				



DIAGNÓSTICO: Esta rua também apresenta imperfeições, podendo-se perceber a deformação da mesma. Isso ocorre devido ao tráfego de caminhões e automóveis mais pesados. A rua também não apresenta bocas de lobo no local onde há o acúmulo da água.

PROGNÓSTICO: É necessário que medidas de correção sejam tomadas, para que não fique água parada sobre a via de tráfego de veículos. Recomenda-se a recuperação da via, a desobstrução da rede de drenagem, seguindo um plano de gerenciamento do sistema de drenagem municipal. Também neste processo, é importante que a rede e seus elementos sejam cadastrados e normatizados. É imprescindível que haja manutenções preventivas e periódicas seguidas de um plano de conservação das ruas e das redes de drenagem, além da relocação ou implantação de novas bocas de lobo ao longo da via.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC					
ID. ÁREA:	AP 30	COORD. LONGITUDE:	48°38'22.79"O	BAIRRO:	Centro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'8.31"S	SETOR:	Setor 04
LOGRADOURO:	RUA ANTÔNIO BAYER				



DIAGNÓSTICO: Nesta rua é possível observar canais de drenagem que passam por baixo da via, apontados pelo encarregado do sistema de drenagem como um elemento importante deste sistema que conduz as águas de áreas a montante até ao corpo receptor. Porém, os mesmos apresentam problemas de conservação. É importante que estes elementos de drenagem estejam sempre em ótimo estado de preservação, pois são canais abertos que ainda permitem um bom escoamento das águas superficiais, possuindo suas margens livres onde possam ser preservadas áreas de amortecimento, evitando assim que outros pontos alaguem mais rápido e possam prejudicar as comunidades mais próximas.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção dessas valas de drenagem, para permitir que a água escoe e não se concentre a montante, além de realizar a manutenção das redes de drenagem e dos componentes hidráulicos da rua e dos canais de drenagem e se estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto das suas margens.

BAIRRO UNIVERSITÁRIO

Neste bairro os problemas no sistema de drenagem são menores, porém são de maior impacto, pois está relacionado às redes de drenagem, segundo encarregado do sistema de drenagem do município, este bairro possui trechos subdimensionados, deteriorados e obstruídos. O mapa a seguir apresenta as AP – Áreas Problemas ou Alagáveis indicadas pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem no Bairro Universitário.

Mapa Temático 30 - Áreas Problema do Bairro Universitário



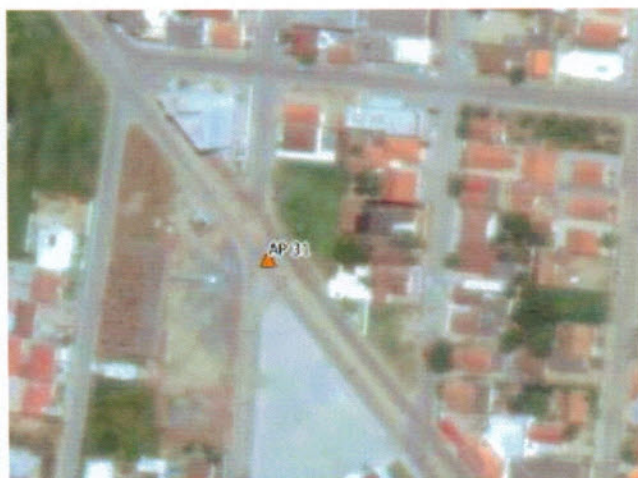
Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

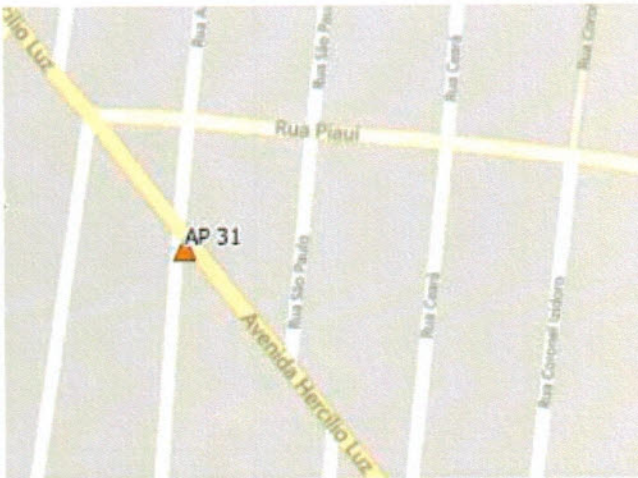
O bairro é cortado por vários canais de drenagem que precisam de uma manutenção. Além disso, é importante que o município possua políticas que preservem estes tipos de elementos de drenagem municipal impedindo que sejam tubulados, permitindo a preservação de suas margens e/ou formalização destas faixas sanitárias. É imprescindível estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto das suas margens. Estas políticas devem estar integradas com o plano de gerenciamento das águas superficiais e sistemas de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC					
ID. ÁREA:	AP 31	COORD. LONGITUDE:	48°38'42.85"O	BAIRRO:	Universitário
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'7.77"S	SETOR:	Setor 03
LOGRADOURO:	AV. HERCÍLIO LUZ (EM FRENTE IGREJA SANTA TEREZINHA)				









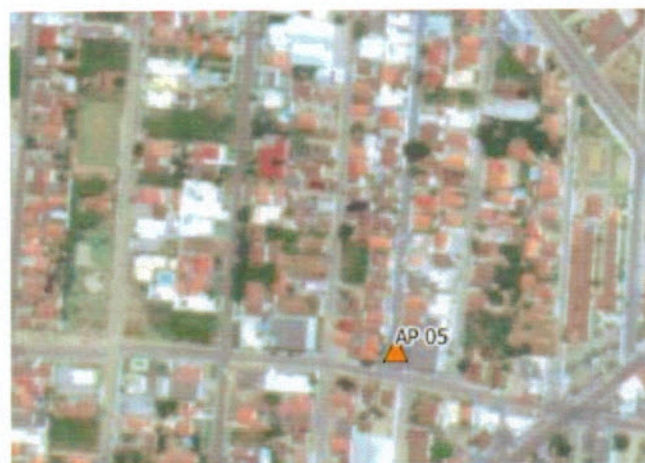
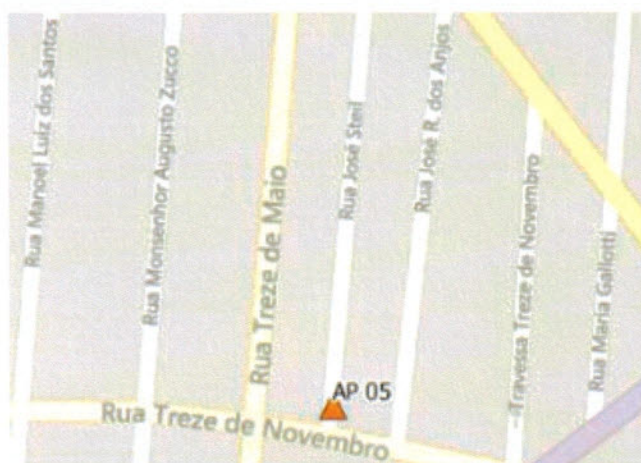
DIAGNÓSTICO: Este trecho da Avenida Hercílio Luz é um dos pontos mais críticos no Município de Tijucas. Segundo informações do encarregado pelo sistema de drenagem, a rede de drenagem que passa pelas vias está completamente obstruída e subdimensionada. Após uma chuva forte, foi possível perceber como a região alagou rapidamente, tomando conta das vias e calçadas.

PROGNÓSTICO: É necessário que essa tubulação seja substituída e que esta, seja dimensionada corretamente para que não ocorram futuros casos semelhantes. Também é necessária a realização de manutenção dessas tubulações e principalmente, dos elementos hidráulicos como as bocas de lobo e sarjetas. Estabelecer um plano de manutenção e conservação do sistema de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC					
ID. ÁREA:	AP 15 / AP 16	COORD. LONGITUDE:	48°39'8.99"O	BAIRRO:	Universitário
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'33.49"S	SETOR:	Setor 03
LOGRADOURO:	RUA TREZE DE NOVEMBRO / AVENIDA EMÍLIA RAMOS				
					
					
DIAGNÓSTICO: Nesta rua é possível observar vários canais de drenagem que passam por baixo da via, apontados pelo encarregado do sistema de drenagem como um elemento importante deste sistema que conduz as águas de áreas a montante até ao corpo receptor. Porém, os mesmos apresentam problemas de conservação. É importante que estes elementos de drenagem estejam sempre em ótimo estado de preservação, pois são canais abertos que ainda permitem um bom escoamento das águas superficiais, possuindo suas margens livres onde possam ser preservadas as áreas de amortecimento, evitando assim que outros pontos alaguem mais rapidamente e possam prejudicar as comunidades mais próximas. Na AP 15, existem diversos pontos sobre a pista onde há o acúmulo de água da chuva e que deverão ser observados e corrigidos.					
PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção dessas valas de drenagem para permitir que a água escoe e não se concentre a montante, além de realizar a manutenção das redes de drenagem e dos componentes hidráulicos da rua. Também é importante criar políticas que preservem estes tipos de elementos do sistema de drenagem municipal e impeçam que sejam tubulados, atentando para os cuidados com suas margens e com a formalização destas faixas sanitárias. Estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto das suas margens. Estas políticas devem estar dentro de um plano de gerenciamento das águas superficiais e sistemas de drenagem.					

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 05	COORD. LONGITUDE:	48°38'28.19"O	BAIRRO:	Universitário
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'37.62"S	SETOR:	03
LOGRADOURO:	RUA JOSÉ STEIL				



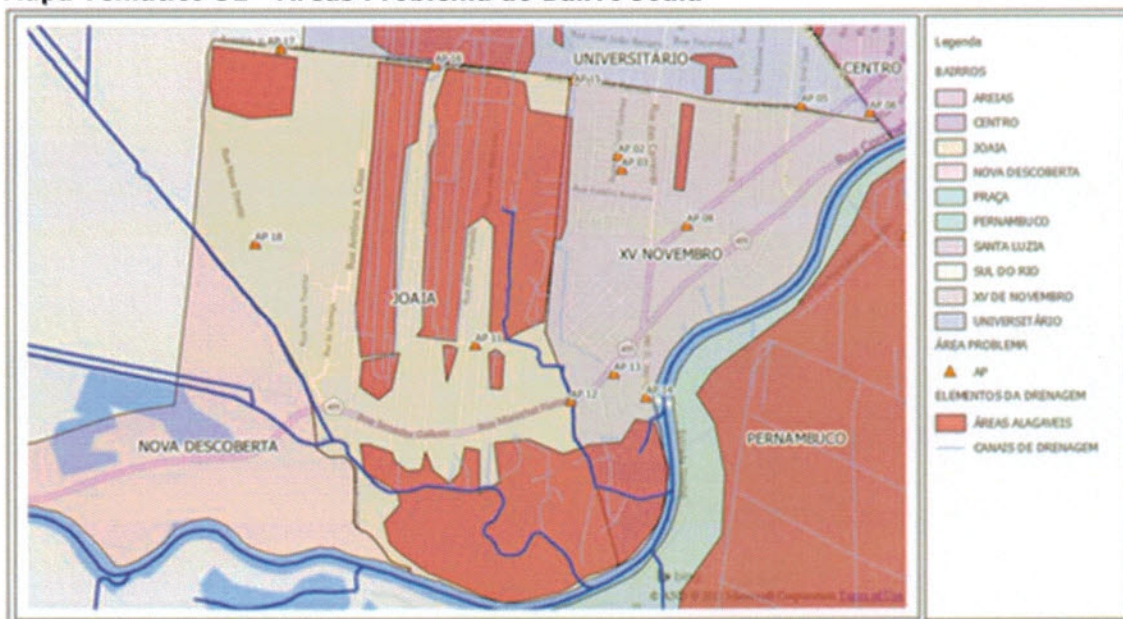
DIAGNÓSTICO: Nesta local observa-se que ao longo da via existem poças de água em pontos da pista. Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, a Rua José Steil encontra-se com a rede de drenagem obstruída. Na ocorrência de precipitações intensas a tubulação não suporta a vazão e entra em colapso impedindo que as águas das chuvas coletadas na superfície sigam pelo sistema. É importante ressaltarmos que a capa da pista foi executada com materiais não usuais, o que por sua vez pode ser um complicador para a infiltração da água no solo.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a recuperação da via, desobstrução da rede e o reposicionamento das bocas de lobo, dando assim maior fluidez às águas das chuvas tanto na superfície quanto na rede de drenagem. Criação de políticas que definam usos apropriados das vias municipais visando suas características construtivas, capacidades de carga, impedindo que os veículos pesados possam trafegar em ruas que não são projetadas para tal função, e também que se defina uma padronização dos elementos que compõem o sistema de drenagem urbana, tais como: meio fio, sarjetas, sarjetões, capa das pistas, redes coletoras, galerias, canais, bocas de lobo e suas grades, entre outros, a fim de facilitar a implantação, manutenção, reforma e/ou substituição destes elementos.

BAIRRO JOAIA

Este bairro ainda não possui grandes problemas com drenagem, pois está próximo do Rio Tijuca e possui grandes áreas livres de construção o que facilita o escoamento das águas superficiais pelas calhas de drenagem ou infiltração no solo; contudo as vias principais necessitam de reforma a fim de evitar que as águas da chuva fiquem empoadas sobre elas. O mapa a seguir apresenta as AP – Áreas Problemas ou Alagáveis indicadas pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem no Bairro Joaia.

Mapa Temático 31 - Áreas Problema do Bairro Joaia

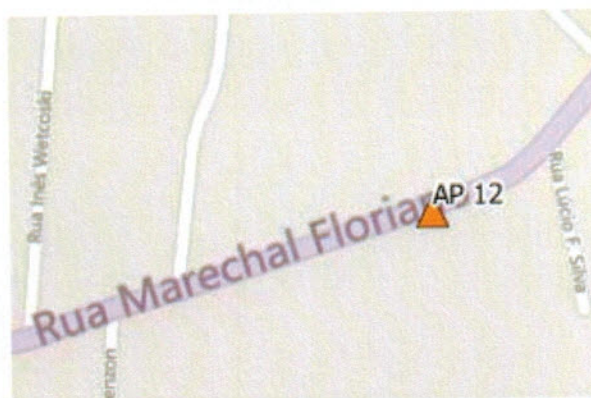


Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

Como alerta para ser analisado no plano de gerenciamento das águas superficiais verifica-se que este bairro, como outros, está em acelerado crescimento, seguindo a especulação imobiliária com a implantação de novos loteamentos, com aterramento de áreas alagáveis, o que acaba suprimindo, tubulando ou alterando os cursos das valas de drenagem sem qualquer análise como relação aos seus efeitos sobre o sistema de drenagem como um todo. O aterramento destas áreas desordenadamente acaba aumentado os riscos de alagamento ou enchente nas áreas povoadas do município, pois são muitas as áreas baixas de vias onde as águas se acumulam, surgindo os pontos críticos do sistema e das redes drenagem, muitas vezes com trechos obstruídos, deteriorados e subdimensionadas. Outro benefício destas áreas de amortecimento é sua capacidade de infiltração por ainda não possuírem uma capa impermeável decorrente das ações antrópicas.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 12	COORD. LONGITUDE:	48°39'9.81"O	BAIRRO:	Joaia
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°15'23.11"S	SETOR:	01
LOGRADOURO:	CTG FAZENDA ELIANE				



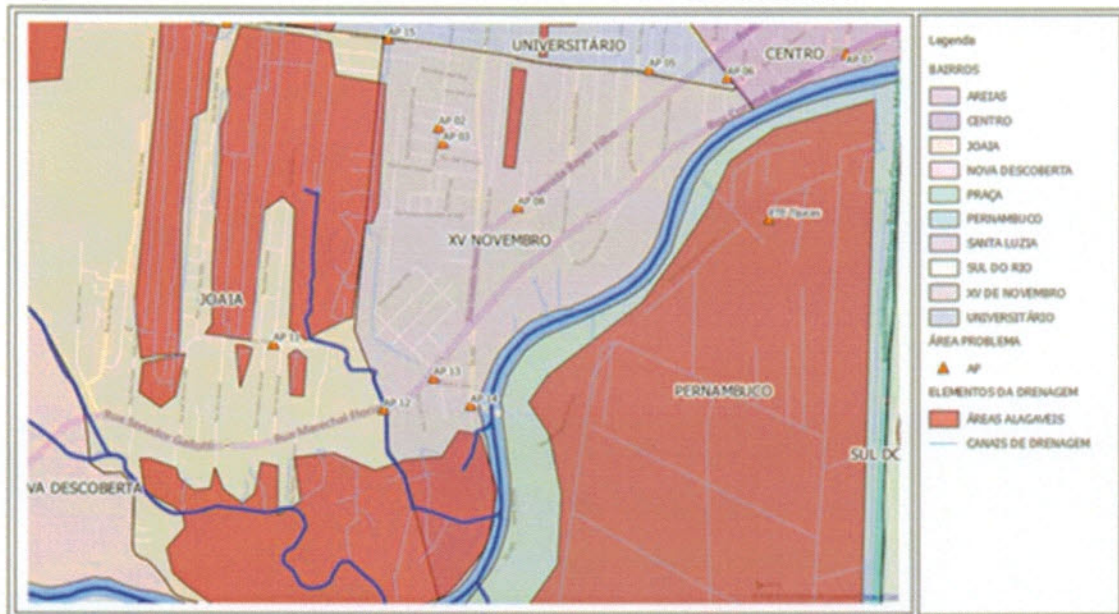
DIAGNÓSTICO: Na Rua Marechal Floriano entre as Ruas Manoel J. Felisberto e Lúcio F. Silva, onde se encontra o CTG Fazenda Eliane, há um canal de drenagem, apontado pelo encarregado pelo sistema de drenagem como um elemento importante deste sistema que conduz as águas de áreas a montante até ao corpo receptor. Porém, o mesmo apresenta problemas de conservação a montante da rua, coberta por vegetação e carente de manutenção adequada, enquanto, a vala a jusante se encontra limpa e com o canal livre de obstruções, porém sem vegetação de proteção nas margens. É possível observar que as áreas estão sofrendo intervenções que desviam o curso d'água ou estão sendo tubulados de forma que estas ações podem ser consideradas de risco ao sistema de drenagem. É importante que estes elementos da drenagem urbana estejam sempre em ótimo estado de preservação, pois são canais abertos que ainda permitem um bom escoamento das águas superficiais, possuindo suas margens livres onde podem ser preservadas áreas de amortecimento, evitando assim que outros pontos alaguem mais rapidamente e possam prejudicar as comunidades.

PROGNÓSTICO: Criação de políticas que preservem estes tipos de elementos do sistema de drenagem municipal para que impeçam que sejam tubulados, preservação de suas margens e formalização destas faixas sanitárias. Estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto de suas margens. Estas políticas devem estar dentro de um plano de gerenciamento das águas superficiais e do sistema de drenagem.

BAIRRO XV DE NOVEMBRO

O bairro XV de Novembro ainda não possui grandes problemas com drenagem, pois está localizado às margens do Rio Tijuca o que facilita o escoamento rápido das águas superficiais que são coletadas pelo sistema de drenagem, contudo as vias principais necessitam de reforma a fim de evitar que as águas da chuva fiquem empoadas. O mapa a seguir apresenta as áreas indicadas como AP – Áreas Problemas ou Alagáveis pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem deste Bairro.

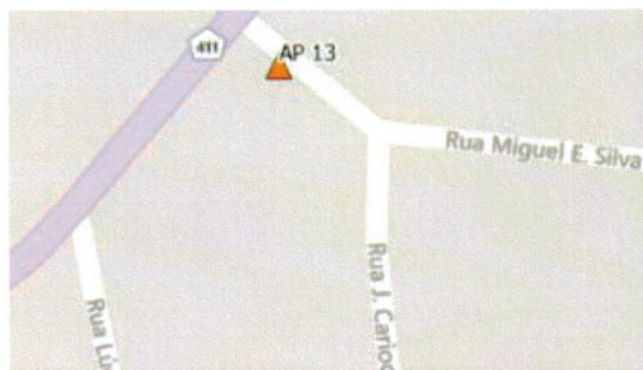
Mapa Temático 32 - Áreas Problema do Bairro XV de Novembro



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC

ID. ÁREA:	AP 13 / AP 14	COORD. LONGITUDE:	48°38'59.96"O	BAIRRO:	VX de Novembro
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°15'18.29"S	SETOR:	Setor 02
LOGRADOURO:	RUA MIGUEL E. DA SILVA				



DIAGNÓSTICO: Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, esta rua encontra-se com os elementos que compõem o sistema de drenagem comprometidos e danificados pelo tráfego pesado, o que dificulta o escoamento superficial das águas das chuvas que acabam acumulando nas deformações presentes na pista. Um ponto significativo com relação a estes problemas fica na esquina da Rua Marechal Floriano com a Rua Miguel E. Silva em que se apresenta uma grande depressão provocada pela intensa circulação de veículos pesados.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção da via de acordo com técnicas específicas a fim de recuperar os elementos que compõem o sistema de drenagem superficial e as deformações da pista. Como se tratam de áreas que margeiam o Rio Tijucas é interessante que todas as redes implantadas nela sejam reavaliadas e substituídas por tubulações mais apropriadas, pois em alguns casos elas recebem contribuições de outras áreas do município e se as mesmas não estiverem dimensionadas corretamente, poderão ser pontos de gargalo, prejudicando as áreas a montante, pois não haverá o escoamento adequado de suas águas superficiais gerando pontos de alagamento. No redimensionamento deverão levar em conta a maré e o nível do rio, a fim de evitar seus efeitos sobre o sistema de drenagem municipal.

BAIRRO PRAÇA

Este bairro ainda não possui grandes problemas com drenagem, pois está próximo do Rio Tijuca e ao mar o que facilita o escoamento das águas superficiais pelas calhas e rede de drenagem ou infiltram no solo, contudo as vias principais necessitam de reforma a fim de evitar que as águas da chuva fiquem empoadas. O mapa a seguir apresenta as AP – Áreas Problemas ou Alagáveis indicadas pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem deste Bairro.

Mapa Temático 33 - Áreas Problema do Bairro Praça



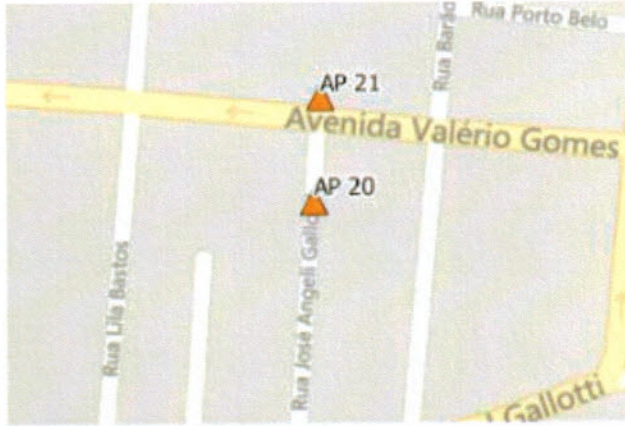
Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS - SC					
ID. ÁREA:	AP 20/ AP 21	COORD. LONGITUDE:	48°37'27.95"O	BAIRRO:	Praça
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'28.38"S	SETOR:	Setor 07
LOGRADOURO:	RUA JOSÉ A. GALLOTTI				







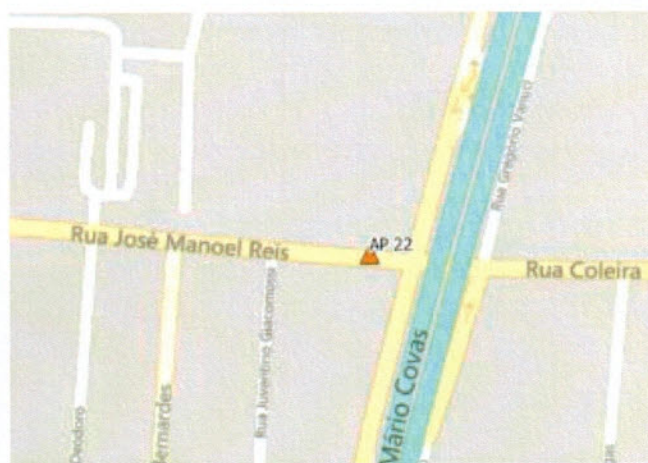


DIAGNÓSTICO: Segundo o encarregado pelo sistema de drenagem, esta região vem sofrendo com alagamento, pois se trata de uma área com vala de drenagem tubulada. De um lado da Avenida Valério Gomes, existe a vala de drenagem que cruza a via e do outro, ela foi canalizada. Neste ponto formou-se um gargalo, o qual impede a passagem das águas que vem de áreas a montante com rapidez e acabam acumulando nas vias no entorno deste ponto.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção dessas valas de drenagem, para permitir que a água escoe com facilidade e realizar a manutenção das redes de drenagem e dos componentes hidráulicos. Também criar políticas que preservem estes tipos de elementos do sistema de drenagem para que impeçam que sejam tubulados, preservação de suas margens e formalização destas faixas sanitárias. Estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto suas margens. Estas políticas devem estar dentro de um plano de gerenciamento das águas superficiais e de drenagens.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 22	COORD. LONGITUDE:	48°37'27.87"O	BAIRRO:	Praça
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'26.81"S	SETOR:	Setor 07
LOGRADOURO:	ESQUINA DAS RUAS DEMÓSTENES FEMINELA COM A RUA JOSÉ MANOEL REIS				

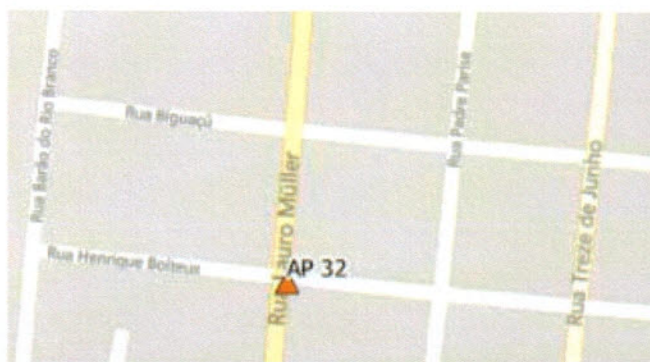


DIAGNÓSTICO: Existem sobre o terreno da empresa Portobello, ainda preservadas, várias valas de escoamento que servem muito bem ao sistema de drenagem municipal. Porém, ao se caminhar no sentido do Rio Tijucas logo elas são tubuladas criando pontos de gargalo no sistema, mas como a montante estão livres conseguem amortecer o excesso das águas da chuva sem prejudicar a população a jusante que ali vive. Na Rua José Manoel Reis existem locais deformados em alguns pontos da pista de rolagem devido ao tráfego intenso. Estas deformações prejudicam os sistemas de drenagem superficiais impedindo que as águas escoem, acumulando nas depressões da pista de rolamento.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção dessas valas de drenagem permitindo que a água escoe com facilidade, independente da manutenção das redes de drenagem e dos componentes hidráulicos. Também é importante criar políticas que preservem estes tipos de elementos do sistema de drenagem impedindo que sejam tubulados. Com isso se preservam as margens, as áreas de acumulação e torna possível a formação de faixas sanitárias. Estas políticas devem estar dentro de um plano de gerenciamento das águas superficiais e de drenagem.

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 32	COORD. LONGITUDE:	48°37'19.65"O	BAIRRO:	Praça
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°14'22.19"S	SETOR:	Setor 07
LOGRADOURO:	CRUZAMENTO DA RUA HENRIQUE BOITEUX COM RUA LAURO MULLER				



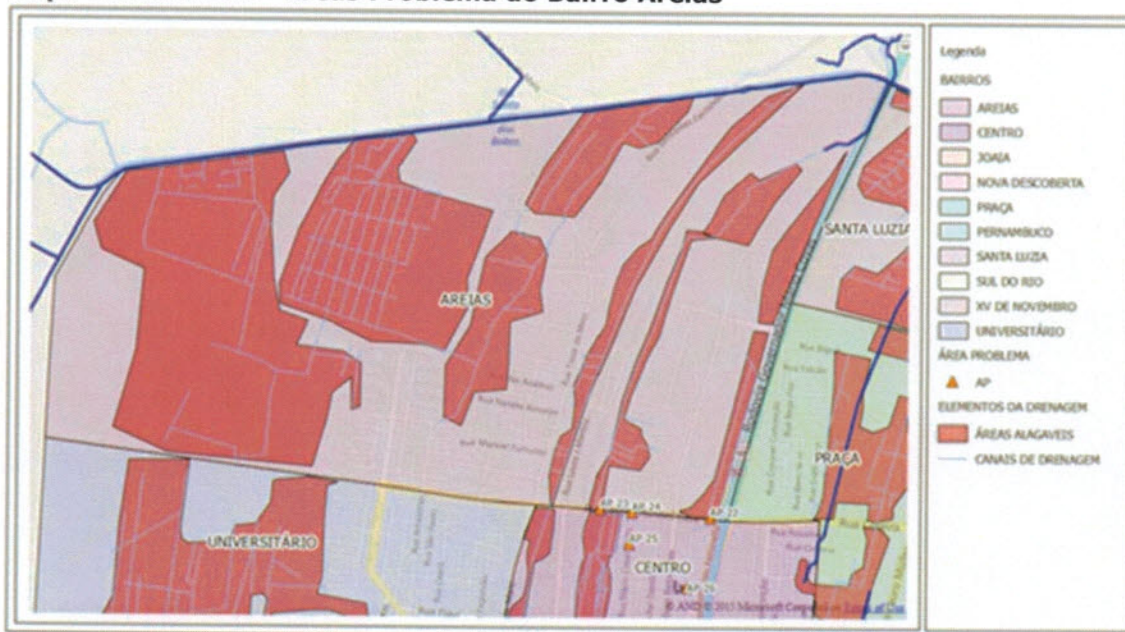
DIAGNÓSTICO: Esta rua também apresenta imperfeições, podendo-se perceber sua deformação. Isso ocorre devido ao tráfego de caminhões e automóveis mais pesados. A rua também não apresenta bocas de lobo no local onde há o acúmulo da água.

PROGNÓSTICO: É necessário que medidas de correção sejam tomadas, para que não fique água parada sobre a via de tráfego de veículos. Recomenda-se a recuperação da via, a desobstrução da rede de drenagem, seguindo um plano de gerenciamento do sistema de drenagem municipal. Também neste processo, é importante que a rede e seus elementos sejam cadastrados e normatizados. É imprescindível que haja manutenções preventivas e periódicas seguidas de um plano de conservação das ruas e das redes de drenagem, além da relocação ou implantação das bocas de lobo ao longo da via.

BAIRRO AREIAS

Este bairro ainda não possui problemas com drenagem, pois está próximo ao Rio Santa Luzia dos Bobos sendo cercado por canais de drenagem o que facilita o escoamento das águas superficiais. O mapa a seguir apresenta as AP – Áreas Problemas e Alagáveis conforme indicado pelo representante do município e responsável pelo sistema de drenagem deste Bairro.

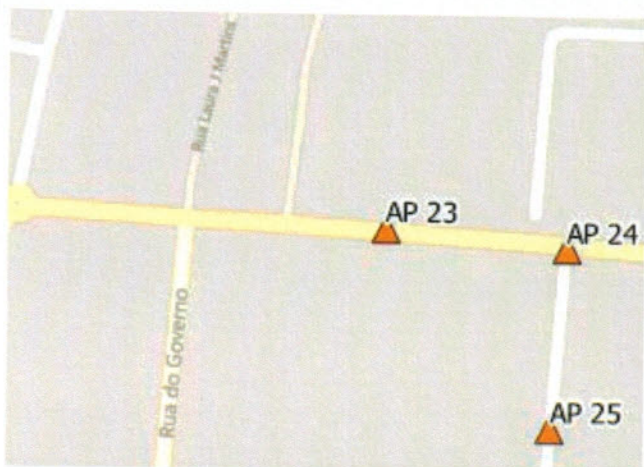
Mapa Temático 34 - Áreas Problema do Bairro Areias



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

IDENTIFICAÇÃO DE PONTOS DE ALAGAMENTOS – CIDADE DE TIJUCAS – SC

ID. ÁREA:	AP 23	COORD. LONGITUDE:	48°38'8.64"O	BAIRRO:	Centro / Areias
DATA VISITA TÉCNICA:	17/09/2015	COORD. LATITUDE:	27°13'49.29"S	SETOR:	Setor 07
LOGRADOURO:	RUA JOSÉ MANOEL REIS				



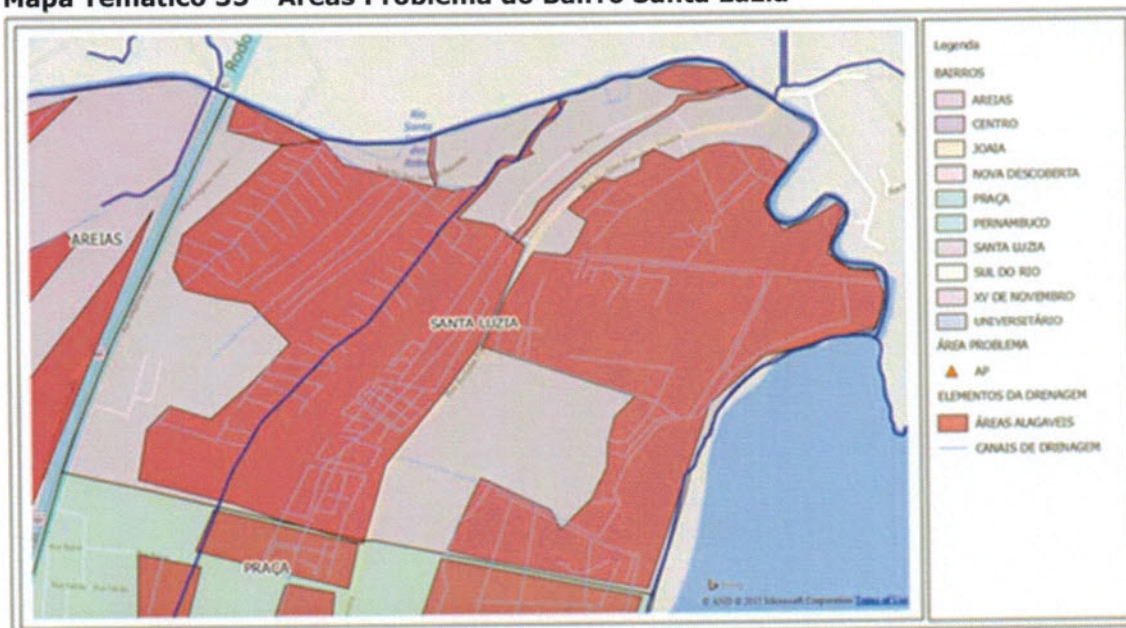
DIAGNÓSTICO: Nestes bairros existem áreas ainda sem intervenção da especulação imobiliária que as tornam ainda eficientes para o sistema de drenagem urbana, evitando que as áreas em seu entorno alaguem ou permaneçam alagadas. Passam por elas vários canais de drenagem parcialmente obstruídos e recobertos por vegetação, indicando necessidade de manutenção preventiva, o que facilitaria o escoamento das águas com maior fluidez. A rua apresenta rede de drenagem, porém os dispositivos hidráulicos que compõem o sistema de drenagem, como as bocas de lobo, encontram-se em mau estado, o que contribui para a permanência da água na pista.

PROGNÓSTICO: Recomenda-se a manutenção dessas importantes valas de drenagem, para permitir acumulação e escoamento gradual das águas superficiais, além da manutenção das redes de drenagem e de seus componentes hidráulicos. Também é imprescindível criar políticas que preservem estes tipos de elementos do sistema de drenagem impedindo que sejam tubulados, preservação de suas margens, suas bacias de acumulação e possibilitando a formalização de faixas sanitárias. Estabelecer um plano de manutenção e conservação tanto do canal quanto suas margens. Estas políticas devem estar dentro de um plano de gerenciamento das águas superficiais e de drenagens.

BAIRRO SANTA LUZIA

Este bairro ainda não possui problemas com drenagem, pois está próximo ao Rio Santa Luzia dos Bobos sendo cercada por canais de drenagem o que facilita o escoamento das águas superficiais. Devido à especulação imobiliária está havendo a implantação de novos loteamentos tanto residenciais como industriais, sendo aterradas estas áreas alagáveis, e tubulando ou alterando os cursos d'água sem qualquer análise com relação aos seus efeitos no sistema de drenagem como um todo. O aterramento destas áreas desordenadamente acaba aumentado os riscos de alagamento ou enchente nas áreas povoadas do município, pois são grandes áreas baixas onde as águas se acumulam, o que alivia a carga hidráulica sobre os pontos críticos do sistema e das redes drenagem parcialmente obstruídas, deterioradas e/ou subdimensionadas. O mapa a seguir apresenta as áreas Alagáveis, conforme indicação do representante do município e responsável pelo sistema de drenagem deste Bairro.

Mapa Temático 35 - Áreas Problema do Bairro Santa Luzia

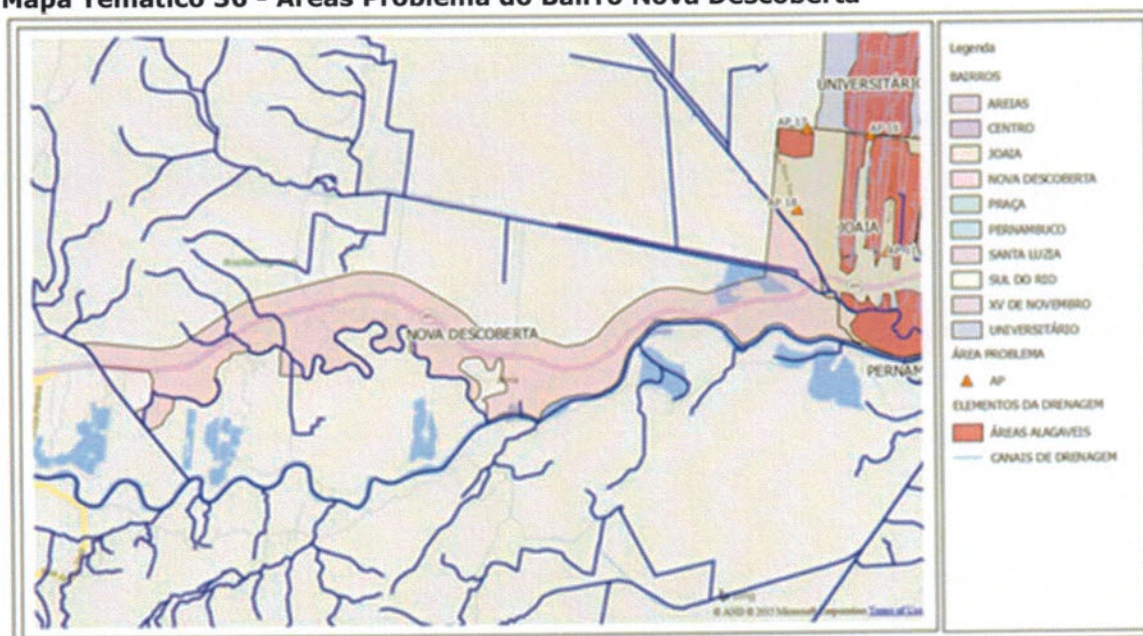


Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda

BAIRROS NOVA DESCOBERTA, SUL DO RIO E PERNAMBUCO

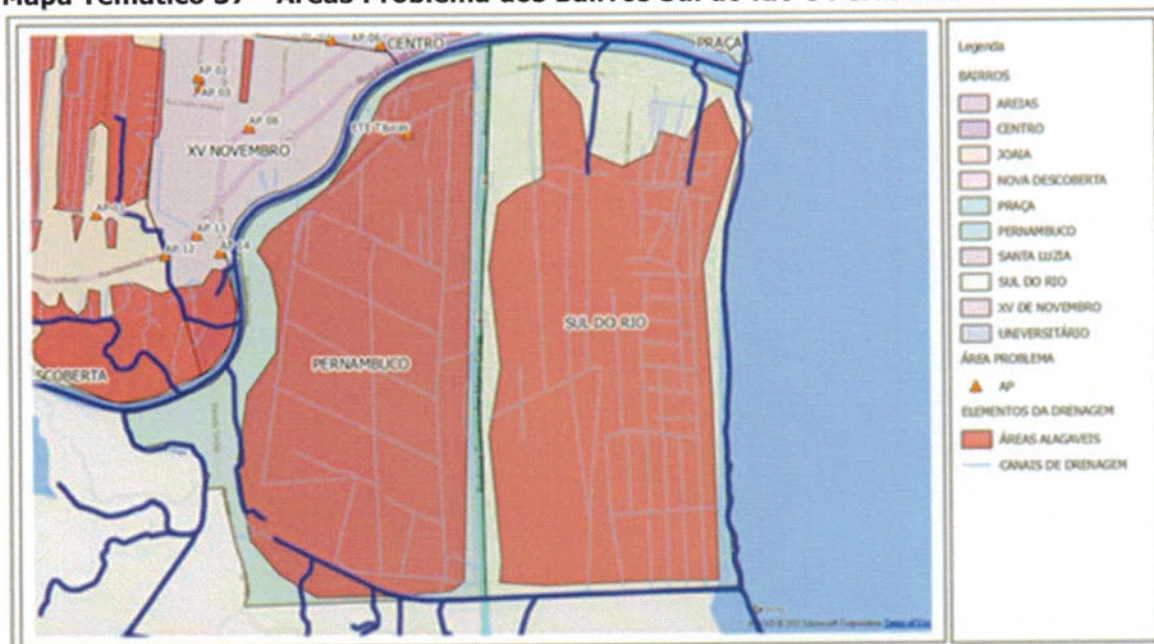
Estes bairros ainda não possuem problemas com drenagem, pois são beirados pelo Rio Tijucas e cercados por canais de drenagem o que facilita o escoamento das águas superficiais. Os mapas a seguir apresentam as AP – Áreas Problema e Alagáveis, conforme indicação do representante do município e responsável pelo sistema de drenagem deste Bairro.

Mapa Temático 36 - Áreas Problema do Bairro Nova Descoberta



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda.

Mapa Temático 37 - Áreas Problema dos Bairros Sul do Rio e Pernambuco



Fonte: L'Art Arquitetura e Engenharia Ltda.

7.6.7. Operação e Manutenção do Sistema de Drenagem

O município de Tijucas delegou à Secretaria de Obras a responsabilidade pela manutenção e execução das obras de drenagem urbana.

No entanto, a sequência de consolidação de sistemas tarifários para as áreas de saneamento básico ainda não atingiu o sistema de drenagem, tendo havido uma prioridade para as áreas de Abastecimento de Água, sistema de Esgotamento Sanitário e sistema de coleta de Resíduos Sólidos.

Desta forma, a Secretaria de Obras não tem a contribuição da população numa rubrica específica para a drenagem urbana, remanejando recursos de outras contribuições, o que traz, certamente, dificuldades de recursos para essa finalidade.

Há a expectativa de que, na sequência da consolidação do sistema tarifário para as outras áreas, a comunidade consolide a implantação de alguma forma de cobrança também para as despesas de manutenção e implantação dos projetos de drenagem urbana.

Segundo o responsável pelo sistema de drenagem, o município não apresenta nenhum tipo de cadastramento das redes de drenagem e nas respectivas ruas com o sistema existente as manutenções ocorrem apenas quando há necessidade.

Através de visita técnica, pôde ser observada pela cidade uma elevada quantidade de valas de drenagem e córregos / pequenos cursos d'água. Vale lembrar da importância que existe em manter estes trechos preservados e com manutenção periódica. Preferencialmente, em

trechos em que há a necessidade da utilização de travessias urbanas, que as mesmas sejam realizadas com galerias e/ou bueiros adequadamente dimensionados e também com manutenções periódicas para evitar que galhos e entulhos deixem o canal de passagem obstruído.

7.7. Sistema de Microdrenagem

Em termos construtivos cabe registrar que as redes pluviais em geral são de 30 a 50 cm de diâmetro de concreto, sem armadura. A partir da dimensão de 60 cm de diâmetro interno são utilizados tubos de concreto com armadura dupla circular.

Geralmente são utilizados tubos com comprimento de 1,00 m, cujos rejuntos nos assentamentos são executados com argamassa, até meia seção. Nos assentamentos mais velhos, os tubos eram geralmente assentados e justapostos a seco.

O recobrimento é diferenciado entre duas categorias de carga de tráfego, admitindo-se no caso de ruas de tráfego leve um recobrimento mínimo de 0,80m, enquanto é requerido um recobrimento de 1,00m, no mínimo, nos demais casos. Nos locais, onde o recobrimento em áreas de trânsito fica, por alguma razão, abaixo de 0,80m, deve ser executada uma placa de concreto por sobre o tubo para distribuir as cargas. Tubos com diâmetro interno igual ou maior que 1,20 m são assentados sobre um berço plano de concreto com resistência de 90 kg/cm².

De modo geral, a rede coletora de águas pluviais, em regime de chuvas intensas, sem obstáculos das ondas de cheias dos rios e córregos da cidade, opera satisfatoriamente.

Não obstante, há alguns pontos que apresentam alagamentos, sugerindo existir insuficiência de bocas de lobo.

Por ser uma área natural de inundação e devido à pequena elevação da cota da cidade em relação dos corpos hídricos e do nível do mar, na ocorrência de grandes volumes de chuvas e inundações o sistema de drenagem não irá funcionar de forma satisfatória, gerando assim, pontos de alagamento.

O grande problema encontrado em todas as cidades brasileiras é a falta de um cadastro ou registro de redes existentes nos municípios.

7.8. Sistema de Macrodrenagem

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 macrodrenagem, há um aumento significativo na frequência das enchentes, o que acaba por provocar prejuízos periódicos e desvalorização de propriedade de maneira sistemática, principalmente para as populações assentadas a jusante, com consequência da ocupação a montante.

Em resposta às cheias catastróficas registradas desde os primórdios da colonização do vale do Rio Tijucas, é visto que nada de maior relevância foi realizado. Não existe um sistema de retenção com barragens que possibilita o controle da vazão lançada para o curso à jusante com o objetivo de limitar o nível das águas de tal forma que, em caso de uma cheia, determinadas cotas não sejam ultrapassadas, protegendo de inundações, assim, as cidades ribeirinhas ao rio.

Existem problemas de deslizamentos das barrancas do rio Tijucas, mesmo sob chuvas menos intensas, causando o assoreamento do leito do rio, o avanço das margens sobre os terrenos lindeiros, com graves prejuízos aos proprietários. De fato, correndo sobre solos sedimentares, esse curso d'água é dito de "fundo móvel", formado por bancos de areia sedimentada e valas escavadas hidraulicamente. Juntamente com a solução de minorar os efeitos das enchentes, a municipalidade deverá examinar esta questão, em busca de estabilização das margens do rio com obras de contenção.

7.9. Prognósticos e Considerações Finais

O diagnóstico realizado possibilitou identificar vulnerabilidades encontradas no sistema de drenagem urbana do Município de Tijucas ocorridos pela fadiga do tempo e pela falta de um planejamento global estabelecendo critérios técnicos a serem seguidos. O que se observa é o uso indiscriminado de execução de redes sem qualquer dimensionamento ou padronização. O mesmo acontece com os elementos hidráulicos implantados na superfície para escoamento das águas até as redes de drenagem. Também, com relação ao uso e ocupação do solo, o município apresenta grandes áreas livres e desocupadas sem qualquer impermeabilização antrópica, permitindo que em muitos casos as águas sejam infiltradas com facilidade no solo. Porém, a ocupação indiscriminada dessas áreas gera inconveniências para o Município, pois submetem famílias a riscos como alagamentos frequentes dessas áreas de várzea. Com relação ao uso e ocupação do solo, a especulação imobiliária vem promovendo a alteração dos cursos das calhas coletoras naturais substituindo-as por canais fechados, o que reduz estas área de amortecimento e a vazão de escoamento.

Vê-se a necessidade da criação de políticas de uso e ocupação do solo, planos de manutenção e gerenciamento das águas superficiais através de técnicas de engenharia, que através de avaliação prévia do sistema global, após cadastramento, permitirá estabelecer diretrizes que subsidiarão o dimensionamento adequado para cada situação, tendo por sua vez, a realização de um programa de melhorias do sistema analisando as possibilidades da permanência ou troca de cada trecho da rede implantada e das futuras implantações, integrando as calhas de drenagem, as áreas alagáveis e os elementos hidráulicos, evitando assim, riscos ou pioras com relação à situação atual do município.

Assim, na sequência de ações consideradas prioritárias, está se elencando a seguir as proposições mais relevantes.

7.9.1. Necessidades para Melhoria do Sistema

O escopo geral das ações para melhorias do sistema de macrodrenagem, ora recomendado à Prefeitura, deverá contemplar o PLANEJAMENTO da drenagem urbana através dos seguintes itens:

7.9.1.1. Curto Prazo (Até 2020)

- (Até 3 anos) – Elaboração de Levantamento Aerofotogramétrico do município para servir de base atual, de ampla aplicação e referência cartográfica para todos os trabalhos referentes ao planejamento urbano;
- Elaboração de um Plano Diretor de Drenagem Urbana, planejando as soluções globais e localizadas, métodos construtivos e serviços com elevado potencial de resultados imediatos;
- Elaboração de Estudos de Engenharia, objetivando o detalhamento das definições do planejamento acima, envolvendo programas, projetos e obras;
- Definição de normas e procedimentos para impedir o fechamento de pontos naturais de acumulação e cursos de escoamento de águas pluviais;
- Desenvolvimento de programas de educação cívica e ambiental, objetivando a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do uso adequado do sistema de drenagem urbana;
- Exercício das atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana que conduzam à obstrução de dispositivos hidráulicos;
- Recomendar a elaboração de normas para atualização da legislação pertinente à drenagem urbana, sua manutenção e melhorias de eficiência, especialmente quanto ao item permeabilidade do solo e reaproveitamento das águas de chuvas;
- Valorização das condições de acumulação e escoamento lento em áreas urbanas públicas, praças e calçadas;
- Fiscalização e educação para procedimentos que diminuam o arraste de sedimentos de pavimentação em geral para os dispositivos de escoamento hidráulico;
- Fiscalização continuada para evitar ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano por apresentarem danos aos procedimentos de sustentabilidade do sistema de drenagem, como ocupação de várzeas, margens de córregos, áreas de acumulação ou áreas indicadas para algum uso específico de drenagem nos Planos Diretores de Drenagem Urbana;

- Atualização e adequação da legislação de parcelamento do solo para que todos os loteamentos mantenham as vazões e as condições de escoamento existentes, preservando as faixas laterais aos cursos d'água ou faixas sanitárias para escoamentos de esgotos pluviais ou fundos de lotes de cotas baixas;
- Controle de rotinas de manutenção aos elementos visíveis e de fácil acesso do sistema de drenagem com bueiros, bocas de lobo e outros;
- Início e contínuo esforço dos trabalhos de manutenção dos dispositivos de drenagem urbana;
- (Até 10 anos) – Contratação continuada de projetos executivos e básicos e das correspondentes obras concebidas na fase anterior, seguindo o cronograma de metas;
- Realização de obras de macrodrenagem e microdrenagem nas áreas problemáticas, cujas prioridades serão definidas pelo planejamento;
- Programação continuada de todos os itens acima mencionados de forma a consolidar as iniciativas de planejamento, projetos, obras, manutenção, educação e legislação específica;

7.9.1.2. Médio Prazo (Até 2030)

- Continuação da contratação paulatina de projetos básicos e/ou executivos e das respectivas obras concebidas na fase anterior, seguindo o cronograma de metas;
- Realização de obras de macrodrenagem e microdrenagem nas áreas problemáticas, cujas prioridades serão definidas pelo planejamento;
- Programação continuada de todos os itens acima mencionados de forma a consolidar as iniciativas de planejamento, projetos, obras, manutenção, educação e legislação específica;

7.9.1.3 Longo Prazo (Até 2045)

- Realização de obras a serem previstas no Plano Diretor de Drenagem Urbana a ser elaborado;
- Programação continuada de todos os itens acima mencionados de forma a consolidar as iniciativas de planejamento, projetos, obras, manutenção, educação e legislação específica;

7.9.2. Indicadores de Gestão

Os estudos, projetos e obras supra definidos deverão ter como diretriz a proteção da saúde, de vidas e do patrimônio na cidade, ainda que a abrangência territorial exceda os perímetros urbanos.

7.9.3. Programas, Projetos e Ações

7.9.3.1. Realizações em Curto Prazo

a) Macrodrenagem

- Estudos hidrológicos atualizados em função dos registros fluviométricos e pluviométricos mais recentes;
- Concepção das obras fluviais necessárias à limitação das cotas de enchentes em Tijucas, sob vários cenários de chuvas catastróficas em conjunção com níveis de marés desfavoráveis, incluindo ensaios em modelos reduzidos;
- Análise de custos de implantação das várias alternativas, nisto inclusos, além das obras de engenharia, os custos de desapropriações de áreas de riscos;
- Estudos correlatos de contenção das margens dos rios e estabilização de transporte e deposição de sedimentos;
- Discussão ampla do problema sob enfoque técnico, político, macroeconômico e social, resultando em adoção da solução menos traumática possível, sabendo-se de antemão que sempre restarão riscos de prejuízos em situações de severa pluviosidade;
- Montagem de um cronograma de metas, com previsões realísticas de investimentos, da solução adotada;
- Estudo e execução de obras na foz do rio Tijucas visando combater o assoreamento do mesmo;
- Execução das obras projetadas, ainda seguindo o cronograma de metas;
- Criação de parques e áreas de lazer, que funcionam como bacias de retenção e detenção que acumularão as águas em épocas de grandes quantidades de precipitação, amortecendo a água que escoar para o sistema de drenagem.

b) Microdrenagem

- Estudos hidrológicos atualizados, com estabelecimento das equações das chuvas críticas para os diversos projetos de obras de drenagem pluvial, com períodos de retorno distintos e compatíveis com a sua importância econômica e de riscos, seguidos de fixação de normas municipais para o desenvolvimento de projetos.
- Criação de projetos-padrões de linhas de tubos, caixas de passagem, poços de visita, bueiros e bocas de lobo, dispositivos de descarga em corpos hídricos, sifões e caixas sifonadas, tubos de queda, valetas de escoamento, escadas dissipadoras de energia hídrica, válvulas e demais dispositivos passíveis de padronização;

- Cadastramento minucioso das obras e dispositivos atuais do sistema de drenagem pluvial, acompanhado de vistoria e indicações de reparos, refazimentos, substituições redimensionadas, complementações;
- Incentivo aos empreendimentos ao uso e aplicação de técnicas de reaproveitamento da água da chuva e a utilização de revestimentos permeáveis ao qual permitem com facilidade a absorção das águas pelo solo;
- Projeto básico e executivo e execução de obras de redes de drenagem faltantes na malha viária e logradouros públicos;
- Vistorias, estudos e execução de obras para eliminação de alagamentos crônicos de logradouros públicos.

7.9.3.2. Realizações em Médio Prazo

- Analisar a criação de reservatórios para contenção e laminação de ondas de cheias nas cabeceiras dos cursos d'água, associados ou não ao Rio Tijucas ou ao mar;
- Projetos para a revitalização da margem ciliar no entorno do rio;
- Execução das obras projetadas, ainda seguindo o cronograma de metas;

7.9.3.3. Realizações em Longo Prazo

- As possíveis realizações de longo prazo deverão ser indicadas através da elaboração de um estudo em nível de Plano Diretor de Drenagem, certamente subordinado ao Plano Diretor da Cidade de Tijucas (onde se inclui o uso do solo e seus apêndices);

7.9.4. Ações Emergenciais e Contingenciais

- Do ponto de vista formal, o objetivo essencial do presente plano de saneamento é o correto atendimento à população com serviços públicos adequados e universais;
- Os serviços de microdrenagem prestados pela municipalidade tem razoável cobertura, necessitando, no entanto, ampliações, reformas e melhorias do sistema físico. É possível dar-se início a um processo corretivo desta situação, com uso de atos previstos em lei;
- As situações emergenciais na operação do sistema de microdrenagem ocorrem apenas quando da ocasião das chuvas muito intensas, estas afetas às condições das estruturas naturais de macrodrenagem. Não há como separar os eventos;
- Assim, resta a tomada de decisões políticas e institucionais para ações emergenciais na operação dos serviços públicos de macrodrenagem: predição por parte da defesa Civil, evacuação de populações e bens nas áreas de risco, atendimento emergencial de acidentes, mobilização do funcionalismo público municipal no atendimento às

demandas de atuação pessoal, mobilização do empresariado para apoios operacionais e financeiros, atuação jurídico-institucional nos decretos de situação de emergência e calamidade pública, ações administrativas de obtenção de recursos juntos aos governos estadual e federal, contratações emergenciais de empresas prestadoras de serviços e outras ações assemelhadas típicas de acidentes naturais;

- Os principais aspectos contingenciais dizem respeito à alocação de recursos financeiros nos casos de paralisações operacionais, para sustentar as ações retrocitadas.

7.10. Referências Bibliográficas

Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina – EPAGRI/CIRAM

Instituto Brasileiro de Geografia e estatística – IBGE

Prefeitura Municipal de Tijucas

Secretaria do Desenvolvimento Sustentável – SDS

Google Inc. Software Google Earth / CNES / Astrium, 2015

Serviço Geológico do Brasil – CPRM. Ação Emergencial para Reconhecimento de Áreas de Alto e Muito Alto Risco a Movimentos de Massas e Enchentes – Tijucas – SC. Outubro de 2015. Acesso em: <tijucas.sc.gov.br/especiais/mapas-defesa-civil>