

PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO

1ª Revisão
São Lourenço
do Oeste | SC

Produto 05

Revisão do Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de
Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais



PRIMEIRA REVISÃO
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
SÃO LOURENÇO DO OESTE – SANTA CATARINA

PRODUTO 05 – Revisão do Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais

PREFÁCIO

O presente relatório tem como objetivo caracterizar a situação do sistema de drenagem urbana do município de São Lourenço do Oeste, apontar áreas-problema e analisar a situação de cada ponto, atualizar a equação Intensidade x Duração x Frequência e avaliar as metas propostas pelo PMSB elaborado em 2010.

São Lourenço do Oeste – Santa Catarina
Outubro
2021

ELABORADO PARA:

Município de São Lourenço do Oeste
CNPJ nº 83.021.873/0001-08
Rua Duque de Caxias, 789, Bairro Centro
CEP 89.990-000 – São Lourenço do Oeste- SC

ELABORADO POR:

Consórcio Interfederativo Santa Catarina – CINCATARINA
CNPJ nº 12.075.748/0001-32
Rua General Liberato Bittencourt, 1885, 13º Andar, Sala 1305 – Bairro Canto
CEP 88.070-800 – Florianópolis – SC

EQUIPE TÉCNICA

Guilherme Müller
Biólogo
CRBio03 053021/03-D

Maurício de Jesus
Engenheiro Sanitarista e Ambiental
CREA-SC 147737-1

Raquel Gomes de Almeida
Engenheira Ambiental
CREA-SC 118868-3

Raphaela Menezes
Geóloga
CREA-SC 138824-3

Luiz Gustavo Pavelski
Engenheiro Florestal
CREA-SC 104797-2

Mauricio Perazzoli
Engenheiro Ambiental
CREA-SC 98322-7

APOIO OPERACIONAL

**Celso Afonso Palhares Madrid
Filho**
Geoprocessamento e cartografia

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Regiões Hidrográficas em relação a São Lourenço do Oeste.....	22
Figura 2: Sub-bacias hidrográficas de São Lourenço do Oeste.	23
Figura 3: Elevação do município de São Lourenço do Oeste.	25
Figura 4: Elevação do perímetro urbano de São Lourenço do Oeste.	25
Figura 5: Representação de situação de enchente, inundação e alagamento.....	27
Figura 6: Áreas sujeitas à movimento de massa em São Lourenço do Oeste.	28
Figura 7: Modelo de boca de lobo instalado no Município.	34
Figura 8: Modelo de boca de lobo instalado no Município.	34
Figura 9: Instalação inadequada da grelha.	35
Figura 10: Instalação inadequada da grelha.	35
Figura 11: Dispositivo de entrada obstruído.....	36
Figura 12: Precipitação média mensal do município de São Lourenço do Oeste.	42
Figura 13: Total de precipitação anual (mm) de 1977 a 2011 em São Lourenço do Oeste.....	43
Figura 14: Localização das Áreas-problema em São Lourenço do Oeste.	46
Figura 15: Localização da AP-01.	47
Figura 16: Tubulação localizada no ponto-problema-01.	48
Figura 17: Visão geral do Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi.	48
Figura 18: Sulco gerado pelo escoamento superficial da água.	49
Figura 19: Localização da AP-02.	50
Figura 20: Boca de lobo obstruída - Ponto-problema 2.	50
Figura 21: Visão geral da AP-02.	51
Figura 22: Localização da AP-03.	52
Figura 23: Ponto -problema 3 - Boca de lobo instalada de maneira indevida.	52
Figura 24: Saída da tubulação de drenagem no ponto-problema 4.	53
Figura 25: Área-problema 3, próxima a saída da tubulação de drenagem.....	53
Figura 26: Cicatriz de deslizamento causado pelas águas pluviais na AP-03.....	54
Figura 27: Localização da AP-04.	55
Figura 28: Área problema 4.....	55
Figura 29: Área de contribuição da área-problema de alagamento na Rua Domingos Cateneo Fabro.	56
Figura 30: Localização da AP-05.	57

Figura 31: Área-problema 5.....	57
Figura 32: Localização da AP-06.	58
Figura 33: Em destaque o ponto-problema 6.	59
Figura 34: Localização da AP-07.	60
Figura 35: Lote que é invadido pelos alagamentos.	60
Figura 36: Localização da AP-08.	61
Figura 37: Canal que extravasa no ponto-problema 9.	62
Figura 38: Ponto-problema 9.....	62
Figura 39: Localização da AP-09.	63
Figura 40: Visão geral da AP-09 em 2020.	64
Figura 41: Visão geral da AP-09 em 2021.	64
Figura 42: Localização da AP-10.	65
Figura 43: Visão geral da área-problema 10.	66
Figura 44: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos.	72
Figura 45: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.	73
Figura 46: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.	74
Figura 47: Exemplo de sistema de asfalto permeável.....	75
Figura 48: Sugestão de trajeto para o extravasor do Lajeado Grande.....	79

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Áreas das sub-bacias inseridas no município de São Lourenço do Oeste.	23
Tabela 2: Situação aproximada da malha viária urbana em São Lourenço do Oeste.	33
Tabela 3: Períodos de retorno em função da ocupação da área.	38
Tabela 4: Parâmetros para o município de São Lourenço do Oeste.	40
Tabela 5: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de São Lourenço do Oeste.	40
Tabela 6: Máxima precipitação diária entre 1996 a 2019 em São Lourenço do Oeste.	44
Tabela 7: Doenças de veiculação hídrica no município de São Lourenço do Oeste.	67
Tabela 8: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP do município de São Lourenço do Oeste.	67

ÍNDICE DE QUADROS

Quadro 1: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos.....	14
Quadro 2: Características dos deslizamentos identificados no município.....	28
Quadro 3: Fatores que afetam o sistema de drenagem pluvial.....	32
Quadro 4: Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS).	45
Quadro 5. Áreas-problema identificadas.....	46
Quadro 6: Proposta de ações a serem tomadas nas AP.	80
Quadro 7: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas.	82

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	11
2. CONTEXTUALIZAÇÃO	12
2.1. IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO	12
2.2. O NOVO E ATUAL CONCEITO DE DRENAGEM.....	13
2.3. COMPONENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	15
3. LEGISLAÇÃO	17
3.1. ÂMBITO FEDERAL	17
3.2. ÂMBITO ESTADUAL.....	18
3.3. ÂMBITO MUNICIPAL	19
4. DIAGNÓSTICO	21
4.1. COLETA DE DADOS	21
4.2. HIDROGRAFIA MUNICIPAL	22
4.3. RELEVO.....	24
4.4. ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO	26
4.5. ESTRUTURA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	29
4.5.1. Sustentabilidade econômico-financeira.....	30
4.6. FUNCIONALIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM	32
4.7. REDES EXISTENTES E ÍNDICE DE COBERTURA.....	33
4.8. PROJETOS	36
4.9. INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA – IDF.....	38
4.10. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA	41
4.11. ÁREAS-PROBLEMA - AP	44
4.11.1. Metodologia para identificação das áreas-problema.....	44
4.11.2. Identificação das áreas-problema atuais.....	46
4.11.3. Descrição das áreas-problema identificadas.....	47
4.11.3.1. AP-01 – PROLONGAMENTO DA RUA ÂNGELO BIAZUSSI.....	47
4.11.3.2. AP-02 – RUA PRIVATO MAFIOLETTI	49
4.11.3.3. AP-03 – RUA ARTHUR FRANCISCO FERGUTZ	51
4.11.3.4. AP-04 – RUA LUIZA SCANDOLARO RANCATTI.....	54
4.11.3.5. AP-05 – RUA RIO DE JANEIRO ESQUINA COM A RUA LEOBERTO LEAL.....	56

4.11.3.6. AP-06 – RUA LAURO MÜLLER	58
4.11.3.7. AP-07 – RUA FREI ALFREDO JOÃO LAZZAROTTO ESQUINA COM A AVENIDA ERNESTO BEUTER.....	59
4.11.3.8. AP-08 – RUA ZENO GERMANO ETGES ESQUINA COM A AVENIDA BRASIL.....	61
4.11.3.9. AP-09 – RUA JURACI VILANI.....	63
4.11.3.10. AP-10 – RUA SALVINO PORSCHE	65
4.12. PROBLEMAS ASSOCIADOS Á ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES.....	66
4.13. ÍNDICE DE FRAGILIDADE DO SISTEMA– IFS.....	67
5. AVALIAÇÃO DA RESOLUÇÃO DAS PROPOSTAS DO PMSB	68
6. PROGNÓSTICO	70
6.1. DA MATERIALIZAÇÃO DAS PROPOSTAS.....	71
6.2. CONFIABILIDADE E SEGURANÇA DAS SOLUÇÕES	71
6.3. MACRODRENAGEM	71
6.4. DETENÇÃO E PERMEABILIDADE.....	72
6.5. REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS.....	75
6.6. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÕES DAS ÁREAS-PROBLEMA DIAGNOSTICADAS	76
6.6.1. AP-01 – Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi	77
6.6.2. AP-02 – Rua Privato Mafioletti	77
6.6.3. AP-03 – Rua Arthur Francisco Fergutz.....	77
6.6.4. AP-04 – Rua Luiza Scandolaro Rancatti	77
6.6.5. AP-05 – Rua Rio de Janeiro esquina com a Rua Leoberto Leal	78
6.6.6. AP-06 – Rua Lauro Müller	78
6.6.7. AP-07 – Rua Frei Alfredo João Lazzarotto esquina com a Avenida Ernesto Beuter.....	78
6.6.8. AP-08 – Rua Zeno Germano Etges esquina com a Rua Brasil	78
6.6.9. AP-09 – Rua Juraci Vilani.....	79
6.6.10. AP-10 – Rua Salvino Porsch	79
6.6.11. Vias não pavimentadas	79
6.7. AÇÕES PROPOSTAS POR ÁREA-PROBLEMA.....	80
6.8. PROPOSTAS DE ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS.....	82

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES	85
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	88
9. ANEXOS	92



1. APRESENTAÇÃO

Este relatório apresenta a Revisão do Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais (Produto 05), parte integrante da 1ª Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de São Lourenço do Oeste, desenvolvido conforme a Proposta nº 102/2020 firmada entre o Município e o Consórcio Interfederativo Santa Catarina – CINCATARINA.

Este documento contém a apresentação da atual situação do Município no que diz respeito à drenagem urbana e apresenta propostas de ações para a solução das deficiências encontradas.

2. CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1. IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

O desenvolvimento das cidades, frequentemente, está relacionado à substituição de ambientes naturais ou seminaturais por ambientes construídos, com o direcionamento das águas pluviais e dos esgotos para os corpos d'água adjacentes aos canais de drenagem (HAUGHTON; HUNTER, 1994 apud BENINI; MEDIONDO, 2015). Como consequência, o balanço hídrico é afetado, as superfícies, que antes eram superfícies naturais, tornam-se impermeáveis e impedem a infiltração de água no solo, gerando o aumento do fluxo de águas superficiais e a redução da recarga dos aquíferos. A urbanização de forma desordenada, sem planejamento de ocupação, impacta gravemente no ciclo hidrológico, por ocasionar alterações na drenagem, aumentando a possibilidade de ocorrência de enchentes e deslizamentos, conferindo riscos à saúde e à vida humana (BENINI; MEDIONDO, 2015).

O planejamento urbano, embora envolva fundamentos interdisciplinares, na prática é realizado dentro de um âmbito mais restrito do conhecimento. O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, através do Plano Diretor Urbano, não tem considerado aspectos de drenagem urbana e de qualidade da água, os quais podem trazer grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente (PARANÁ, 2002).

Segundo Tucci e Collischonn (1998), conforme as cidades se urbanizam, é comum a ocorrência dos seguintes impactos:

- Aumento das vazões máximas (em até 7 vezes, conforme Leopold, 1968) devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais e impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo);
- Deterioração da qualidade da água superficial e subterrânea, devido à lavagem das ruas, ao transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto sanitário;
- Contaminação de aquíferos.

• Além disso, outros impactos ocorrem devido à forma desorganizada como a infraestrutura urbana é implantada, tais como:

- Pontes e taludes de estradas que obstruem o escoamento;
- Redução de seção do escoamento por aterros;
- Obstrução de rios, canais e condutos por deposição de lixo e sedimentos;
- Projetos e obras de drenagem inadequadas.

Dependendo do uso e do tipo de ocupação do solo é possível que vários poluentes indesejados se misturem 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 carreados de ruas não pavimentadas, resíduos sólidos dispostos inadequadamente, e lançamento irregular de esgotos domésticos. Seguramente, um dos maiores problemas ambientais de contaminação no sistema de drenagem urbana é o lançamento dos efluentes domésticos, tratados em soluções individuais de baixa eficiência, ou até mesmo sem tratamento, nas redes de drenagem.

Áreas hidromórficas, como várzeas e bacias naturais de acomodação, adquiriram proeminência no aspecto ambiental, pois retêm água durante boa parte do ano, e sua 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 dos problemas atualmente enfrentados pelos sistemas de drenagem urbana e os agravarão tanto em intensidade como em extensão se os modelos de urbanização não forem alterados.

2.2. O NOVO E ATUAL CONCEITO DE DRENAGEM

Baptista *et al.* (2005) argumentam que as soluções higienistas de drenagem urbana (também denominadas de tradicionais ou clássicas) eram voltadas para obras estruturais (redes de drenagem, galerias, valas e retificações) que buscavam facilitar o escoamento das águas e liberar espaços, transferindo para jusante os problemas

com inundação através da construção de novas obras, em geral mais onerosas. Além disso, normalmente as soluções higienistas não contemplam os problemas de qualidade e acarretam situações praticamente irreversíveis de uso do solo urbano e de outros usos dos recursos hídricos, tais como recreação e paisagismo, ao canalizar os córregos, arroios ou rios.

A partir da década de 70 outra abordagem para tratar o problema foi sendo desenvolvida. Trata-se da adoção de técnicas corretivas de drenagem, que procuraram utilizar dispositivos com o objetivo principal de atuar na consequência do problema, priorizando o controle do escoamento por meio de detenções (USEPA, 1999). Esta forma de planejamento da drenagem urbana se baseou nas técnicas de *Best Management Practices* (BMPs), que ganharam grande repercussão e foram muito difundidas e adotadas em todo o mundo para a gestão do escoamento pluvial.

Segundo Marsalek (2005), nas últimas décadas, abordagens mais próximas à sustentabilidade têm sido estudadas, sob as denominações: *Low Impact Development* (LID), nos EUA e Canadá; *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS), no Reino Unido; *Water Sensitive Urban Design* (WSUD), na Austrália; e *Low Impact Urban Design and Development* (LIUDD), na Nova Zelândia. No Brasil, a técnica de LID recebeu a tradução de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (SOUZA, 2005), sendo mencionada no manual de apresentação de propostas para ampliação de sistemas municipais de drenagem, elaborado pelo Ministério das Cidades.

Quadro 1: Estágios do desenvolvimento sustentável da drenagem urbana nos países desenvolvidos.

Anos	Período	Características
Até 1970	Higienista (Canais)	Transferência para jusante do escoamento pluvial por canalização.
1970 - 1990	Corretivo (Compensatória)	Amortecimento quantitativo da drenagem e controle do impacto existente da qualidade da água pluvial. Envolve principalmente a atuação sobre os impactos.
1990 - Atual	Sustentável (LID)	Planejamento da ocupação do espaço urbano, obedecendo aos mecanismos naturais do escoamento; controle dos micropoluentes, da poluição difusa e o desenvolvimento sustentável do escoamento pluvial, por meio da recuperação da infiltração.

Fonte: Adaptado de Forgiarini et al. (2007).

O atual conceito de drenagem vai além da prática tradicional de escoar rapidamente as águas da chuva de uma determinada área, transferindo vazões e problemas para jusante das bacias. O conceito está voltado à sustentabilidade, e agrega uma série de medidas de controle de vazões, estimulando a retenção, a infiltração 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 a retenção de águas nestes mesmos espaços. Outra medida é a preservação das áreas verdes, mantendo-as 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 a manutenção das condições de escoamento das águas pluviais na situação existente pré-urbanização, evitando vazões adicionais ao sistema.

Portanto, pela ótica da sustentabilidade, além dos sistemas estruturais necessários, a drenagem urbana agrega um novo conceito de padrão de urbanização que mantém o espaço natural das águas e prioriza medidas que evitam as causas na sua origem.

O termo gestão de águas pluviais refere-se às práticas de engenharia e às políticas regulatórias aplicadas para mitigar os efeitos adversos do escoamento de águas pluviais resultantes de vários tipos de uso e ocupação do solo. Ao longo deste diagnóstico está demonstrada a necessidade de que as soluções aos problemas encontrados no Município 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 dos recursos de engenharia disponível.

2.3. COMPONENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM

A drenagem é definida pelo escoamento de águas que ocorre em lotes, condomínios e empreendimentos individualizados, estacionamentos, áreas

comerciais, parques e passeios, por meio de mecanismos ou de aparelhos apropriados instalados na superfície ou nas camadas subterrâneas.

Os sistemas de drenagem urbana englobam dois subsistemas principais: a microdrenagem e a macrodrenagem.

A *microdrenagem* é definida pelo sistema de condutos pluviais oriundos de loteamentos, ruas, praças ou na rede primária urbana. Os componentes clássicos da microdrenagem são os meios-fios, as sarjetas, as bocas de lobo, os poços de visita, os tubos e conexões, as galerias, os condutores forçados, as estações elevatórias e os sarjetões.

A drenagem sustentável incorpora outros componentes para o controle na fonte e em pequenas áreas, tais como: sistemas de retenção e detenções (cisternas, telhados verdes, escadas d'água) e sistemas de infiltração (pavimentos permeáveis, valos de infiltração, canteiros pluviais, jardins de chuva).

A *macrodrenagem* é definida como sistema de escoamento natural, localizado nos talwegues e nos fundos de vale e é responsável pelos recebimentos e condução das águas pluviais da microdrenagem, contando também com estruturas de retenção das águas, estações elevatórias e dissipadores de energia. Para as obras de macrodrenagem sustentável são incorporadas as bacias de retenção e retenção naturais, a revegetação das margens dos rios, riachos e córregos e a renaturalização dos rios.

3. LEGISLAÇÃO

Questões legais e ambientais mudaram nas últimas décadas, alterando a maneira como a engenharia entende e atua sobre a gestão das águas pluviais. Uma variedade de leis, resoluções e normas, definidas por vários níveis da administração pública, disciplinam o uso e ocupação do solo e as infraestruturas necessárias para garantir que o meio permaneça adequado às populações presentes e futuras.

O Poder Público Municipal é o responsável pelas políticas e diretrizes de uso e 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. Uma possibilidade seria a instituição de normativas relacionadas ao setor de planejamento (ou a quem faz liberação de projetos de novos loteamentos e condomínios) sobre condicionantes mínimas correlatas ao sistema de drenagem.

No município, os serviços de drenagem e manejo de águas pluviais estão regulamentados pelos dispositivos legais apresentados na sequência.

3.1. ÂMBITO FEDERAL

- 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 9.433, de 8 de janeiro de 1997.

Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989.

- Resolução Conama nº 237, de 19 de dezembro de 1997.

Regulamenta aspectos de licenciamento ambiental.

- 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 Federal nº 14.026, de 15 de julho de 2020.

Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento, a Lei nº 10.768, de 19 de novembro de 2003, para alterar o nome e as atribuições do cargo de Especialista em Recursos Hídricos, a Lei nº 11.107, de 6 de abril de 2005, para vedar a prestação por contrato de programa dos serviços públicos de que trata o art. 175 da Constituição Federal, a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, para aprimorar as condições estruturais do saneamento básico no País, a Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, para tratar dos prazos para a disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos, a Lei nº 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole), para estender seu âmbito de aplicação às microrregiões, e a Lei nº 13.529, de 4 de dezembro de 2017, para autorizar a União a participar de fundo com a finalidade exclusiva de financiar serviços técnicos especializados.

3.2. ÂMBITO ESTADUAL

- Lei Estadual nº 6.063, de 24 de maio de 1982.

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

- Lei Estadual nº 13.517, de 20 de outubro de 2005.

Dispõe sobre a Política Estadual de Saneamento e estabelece outras providências.

- Lei Estadual nº 14.675, de 13 de abril de 2009.

Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências.

- Resolução Consema nº 13, de 14 de dezembro de 2012.

Aprova a listagem das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental passíveis de licenciamento ambiental no estado de Santa Catarina e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento.

- Lei Estadual nº 17.492, de 22 de janeiro de 2018.

Dispõe sobre a responsabilidade territorial urbana, o parcelamento do solo, e as novas modalidades urbanísticas, para fins urbanos e rurais, no Estado de Santa Catarina e adota outras providências.

3.3. ÂMBITO MUNICIPAL

- Lei nº 1.157, de 06 de outubro de 1998.

Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano ou com destinação urbana no município de São Lourenço d'Oeste e dá outras providencias.

- Lei nº 1.897, de 22 de setembro de 2010.

Institui o Plano Municipal de Saneamento Básico destinado à prestação dos serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos, drenagem urbana e manejo de águas pluviais no Município de São Lourenço do Oeste.

- Lei Complementar nº 146, de 28 de dezembro de 2012.

Institui o Plano Diretor Participativo do Município de São Lourenço do Oeste - SC e dá outras providências.

- Lei nº 2.292, de 15 de julho de 2016.

Dispõe sobre a Política Municipal de Saneamento Básico, cria o Conselho Municipal de Saneamento e o Fundo Municipal de Saneamento Básico, e dá outras providências.

- Lei nº 265, de 20 de agosto de 2020.

Dispõe sobre o Código de Edificações do município de São Lourenço do Oeste – SC e dá outras providências.

4. DIAGNÓSTICO

O sistema de drenagem faz parte de um conjunto de equipamentos públicos existentes na área urbana e é sensato que este seja planejado de forma integrada com os demais equipamentos públicos existentes, como as redes de água, de esgotos sanitários, de cabos elétricos e telefônicos, pavimentação de ruas, guias e passeios, parques, áreas de recreação e lazer, entre outros.

Apesar da extrema importância que a gestão das águas pluviais apresenta para a saúde, segurança e bem-estar das comunidades urbanas, este segmento tem sido deixado de lado por muitas administrações municipais e de forma geral é tratada de modo superficial, com falhas no planejamento, execução e fiscalização das obras. As redes de drenagem são normalmente deficientes em dimensão, extensão e número de bocas de lobo, uma vez que muitas administrações ainda aplicam o conceito antigo de drenagem: “escoar rapidamente as águas da chuva de uma determinada área, transferindo vazões e problemas para jusante das bacias”, desconsiderando parcial ou completamente os parâmetros técnicos. Esse comportamento tem se convertido em ônus econômico cada vez maior e representa muitos riscos para a população urbana.

4.1. COLETA DE DADOS

A coleta de dados baseou-se na metodologia descrita a seguir:

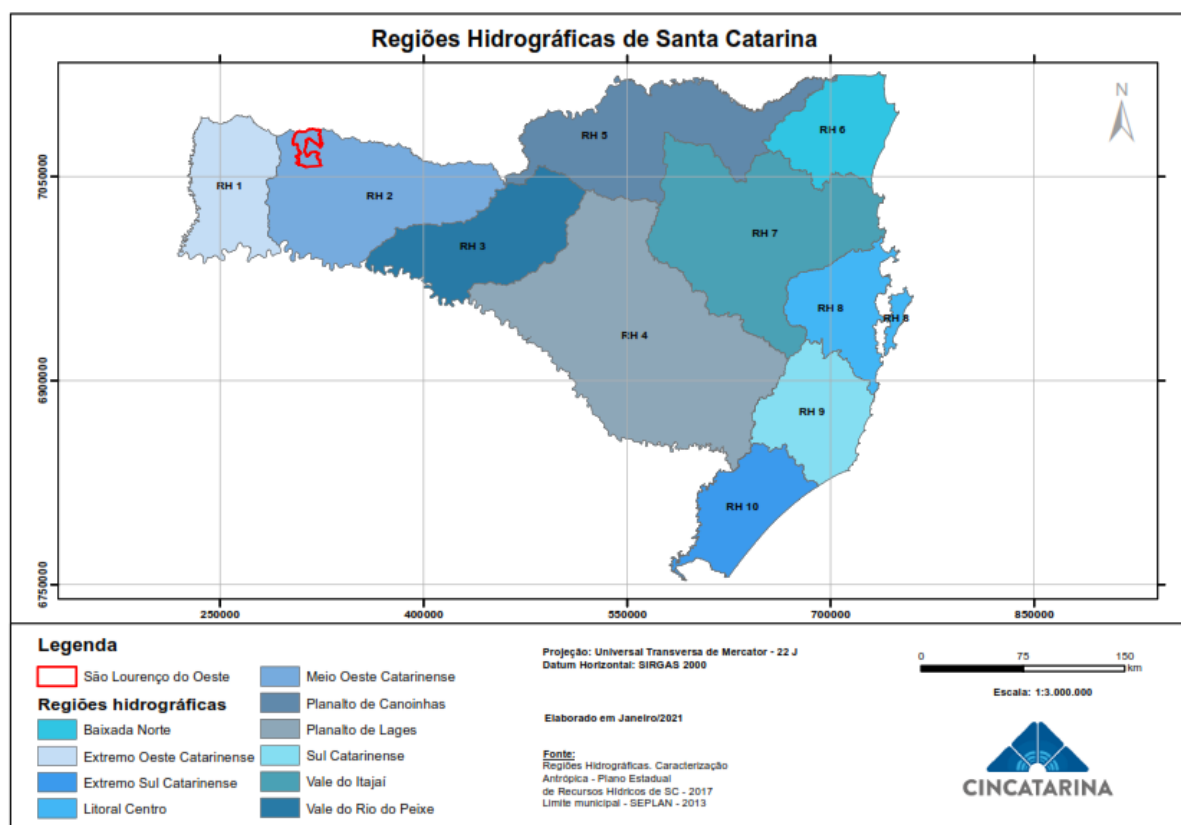
- Pesquisa de satisfação em relação aos serviços de saneamento que esteve disponível à população de 15/01/2021 à 19/09/2021;
- Visita *in loco* às áreas-problema em companhia de servidores da prefeitura com prévio conhecimento sobre as áreas-problema;
- Realização de reunião comunitária no dia 25/05/2021;
- Informações repassadas pela Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, que esteve em contato direto com a equipe responsável por esta Revisão.

4.2. HIDROGRAFIA MUNICIPAL

No estado de Santa Catarina a Lei nº 10.949 de 1998 institui, para efeito de planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos catarinenses, dez regiões hidrográficas.

O município de São Lourenço do Oeste está inserido na Região Hidrográfica do Meio Oeste Catarinense (RH2), Figura 1 que abrange a área da bacia hidrográfica do Rio Chapecó e a Bacia Hidrográfica do Rio Irani, além de bacias contíguas com sistemas de drenagem independentes. A RH2 possui uma área total de aproximadamente 10.784 km² e um perímetro de 911 km, englobando a área, total ou parcialmente, de 59 municípios catarinenses (PERH/SC 01/2017).

Figura 1: Regiões Hidrográficas em relação a São Lourenço do Oeste

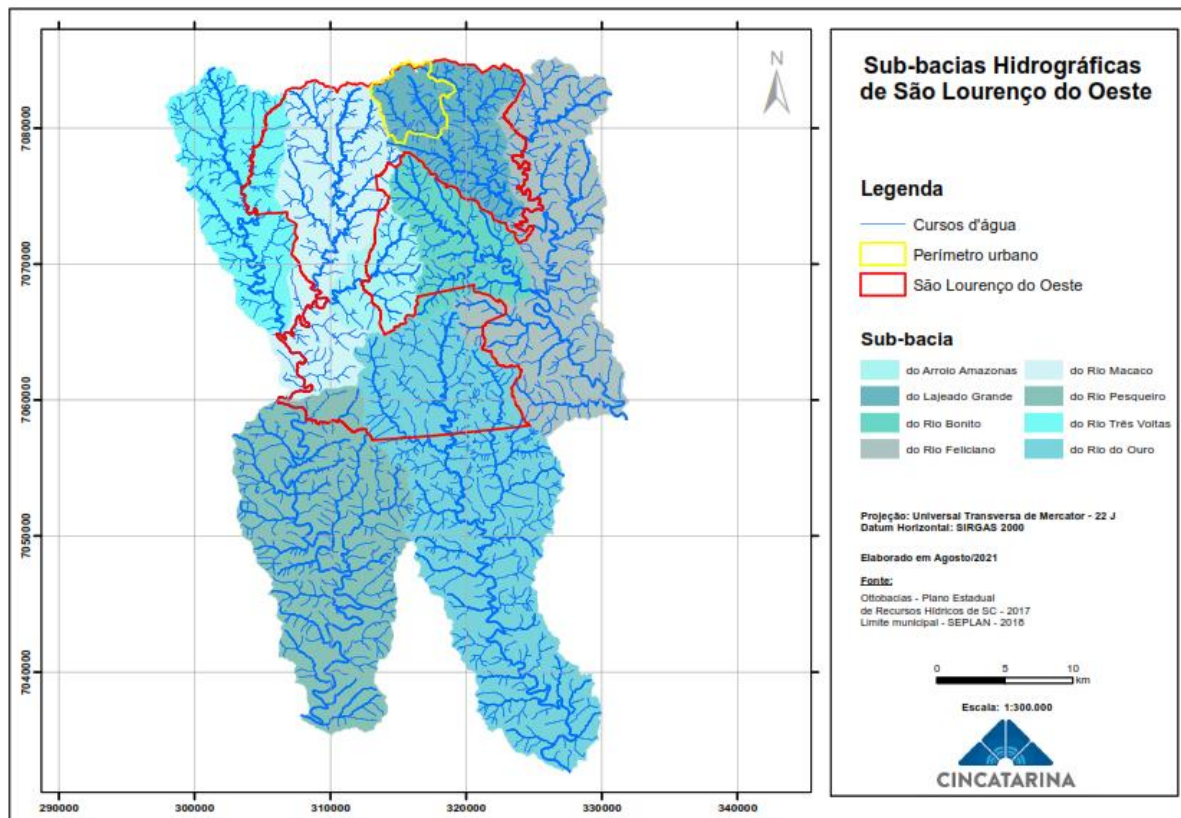


A população total da RH2 é de 491.375 habitantes, dos quais 72% vivem em zonas urbanas e 28% em zonas rurais. A densidade demográfica é de 59 habitantes por km², sendo a RH com a 6ª maior densidade demográfica do Estado.

Segundo o levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina (SDS, 2010), os principais rios que cortam o município são: Arroio Amazonas; Rio Feliciano; Rio Bonito, Rio Três Voltas; Rio Macaco; Lajeado Grande e Rio Ouro.

Esses cursos d'água são responsáveis pela drenagem das sub-bacias ilustradas na Figura 2 e listadas na Tabela 1.

Figura 2: Sub-bacias hidrográficas de São Lourenço do Oeste.



Fonte: Elaboração própria, a partir de SDS (2010).

A Tabela 1 permite observar a área total e a área inserida de cada sub-bacia hidrográfica no município.

Tabela 1: Áreas das sub-bacias inseridas no município de São Lourenço do Oeste.

Sub-bacia hidrográfica	Área total da sub-bacia (km²)	Área no município	
		(km²)	(%)
Do Arroio Amazonas	41,04	15,24	37,13
Do Lajeado Grande	81,71	81,03	99,16
Do Rio Bonito	68,05	5,60	8,23
Do Rio Feliciano	188,59	19,43	10,30
Do Rio Macaco	137,56	120,76	87,78

Sub-bacia hidrográfica	Área total da sub-bacia (km ²)	Área no município	
		(km ²)	(%)
Do Rio Pesqueiro	227,61	11,68	5,13
Do Rio Três Voltas	114,82	16,34	14,23
Do Rio do Ouro	302,23	85,58	28,31

Fonte: Elaboração própria, a partir de SDS (2010).

O Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas dos Rios Chapecó e Irani e Bacias Hidrográficas Contíguas (Comitê Chapecó/Irani) é o responsável pela promoção do gerenciamento descentralizado, participativo e integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Chapecó/Irani e seus contíguas.

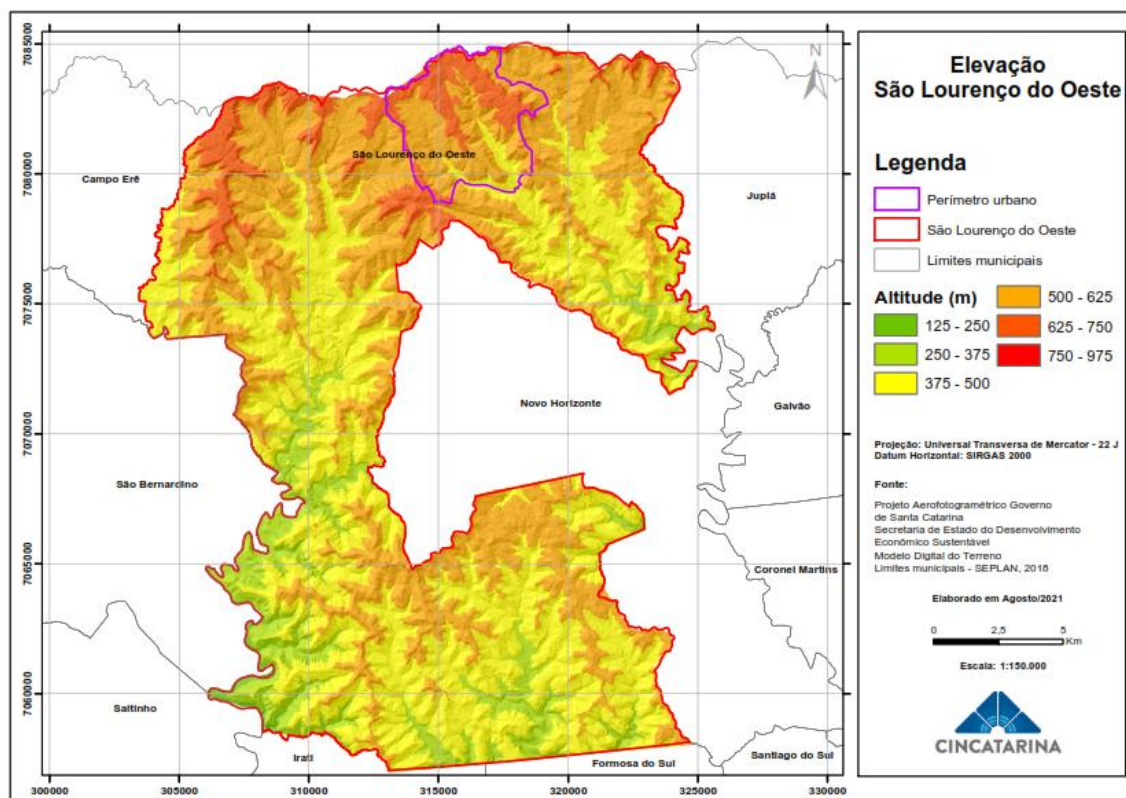
4.3. RELEVO

O relevo tem grande influência sobre os fatores meteorológicos e hidrológicos dado que a velocidade de escoamento superficial é determinada pela declividade do terreno, enquanto a temperatura, a precipitação e a evaporação são funções da altitude da bacia hidrográfica (GALVÍNCIO, SOUSA E SHIRINIVASAN, 2006).

O escoamento superficial consiste na fração que supera a capacidade de absorção e retenção do solo, dirigindo-se, deste modo, aos fundos de vale. Assim, para o desenvolvimento de bons projetos de engenharia é essencial o domínio do relevo, de forma a permitir tratamento técnico seguro.

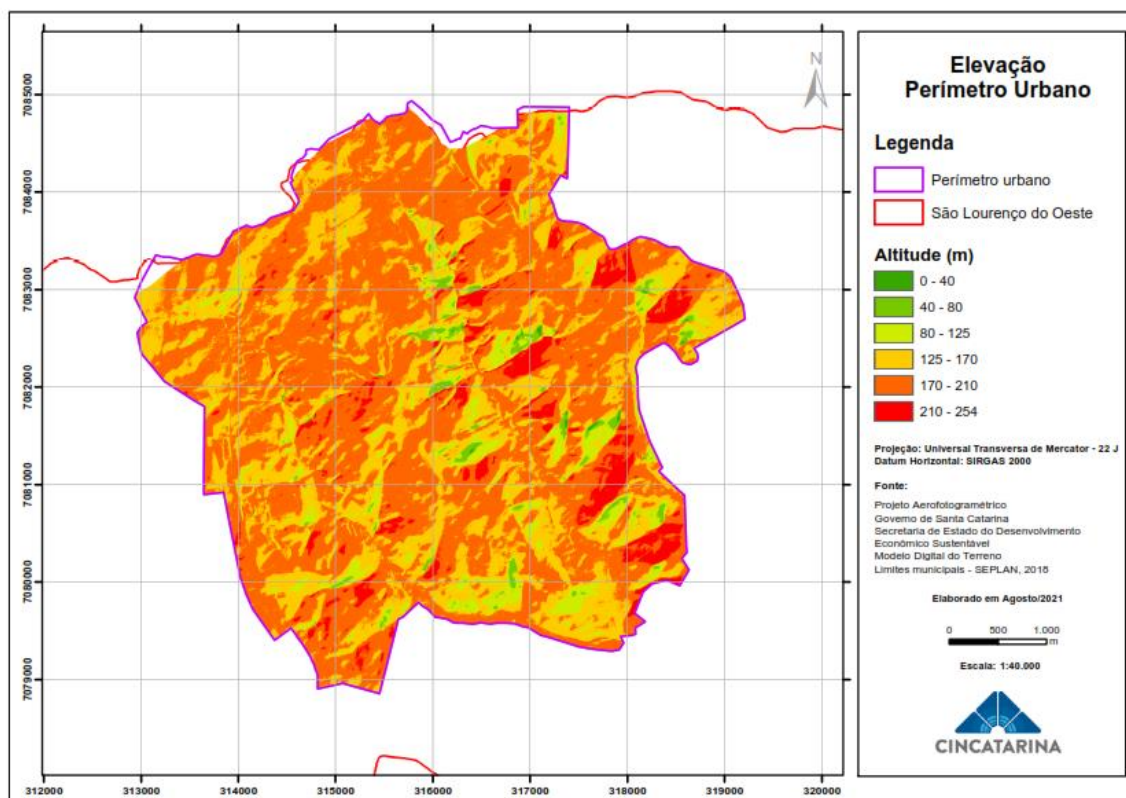
A Figura 3 apresenta o relevo (elevação) do município de São Lourenço do Oeste e a Figura 4 o relevo do perímetro urbano.

Figura 3: Elevação do município de São Lourenço do Oeste.



Fonte: Elaboração própria, a partir de SDS (2010).

Figura 4: Elevação do perímetro urbano de São Lourenço do Oeste.



Fonte: Elaboração própria, a partir de SDS (2010).

4.4. ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO E ALAGAMENTO

As inundações ou enchentes em áreas urbanas são consequência de dois processos, que ocorrem isoladamente ou de forma conjunta:

Enchentes em áreas ribeirinhas: os rios geralmente possuem o leito menor, onde a água escoar na maior parte do tempo, e o leito maior, o qual inunda-se em média a cada 2 anos. O impacto devido à inundação ocorre quando a população ocupa o leito maior do rio, ficando sujeita à inundação.

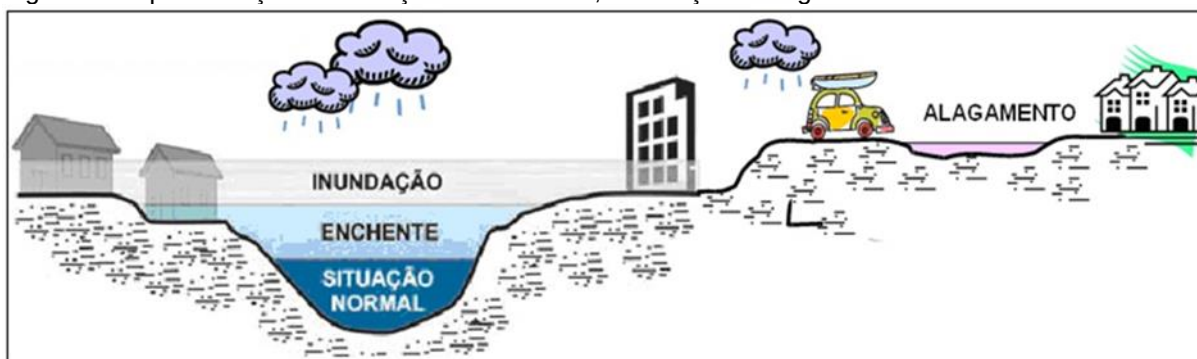
Enchentes devido à urbanização: as enchentes aumentam a sua frequência e magnitude devido à ocupação do solo com superfícies impermeáveis e à existência de redes de condutos de escoamentos. O desenvolvimento urbano pode também produzir obstruções ao escoamento, como aterros e pontes, drenagens inadequadas, obstruções ao escoamento junto a condutos e assoreamento (PARANÁ, 2002).

Além de inundação e enchente, existem também os conceitos de alagamento e enxurrada, usualmente empregados em áreas urbanas. De acordo com Ministério das Cidades/IPT (2007), o alagamento pode ser definido como o acúmulo momentâneo de água em uma dada área por problemas no sistema de drenagem, podendo ter ou não relação com processos de natureza fluvial.

Já a enxurrada é definida como o escoamento superficial concentrado e com alta energia de transporte, que pode ou não estar associado a áreas de domínio dos processos fluviais. É comum a ocorrência de enxurradas ao longo de vias implantadas sobre antigos cursos d'água com alto gradiente hidráulico e em terrenos com alta declividade natural (AMARAL & RIBEIRO, 2009).

A Figura 5 ilustra a diferença entre uma situação normal do volume de água no canal de um curso d'água e nos eventos de enchente e inundação, além de mostrar uma situação de alagamento.

Figura 5: Representação de situação de enchente, inundação e alagamento.



Fonte: DCSBC (2011).

Os esforços devem estar concentrados em não permitir a ocupação de regiões críticas, que sejam de risco ou cuja ocupação gere ou maximize problemas em outras áreas. Estes espaços relevantes são as áreas de várzeas e as bacias naturais de acomodação das águas, as quais, quando ocupadas, alteram as vazões naturais, ampliando as vazões máximas e gerando inundações. Por outro lado, se preservadas, desempenham funções ambientais indispensáveis e de interesse à comunidade urbana.

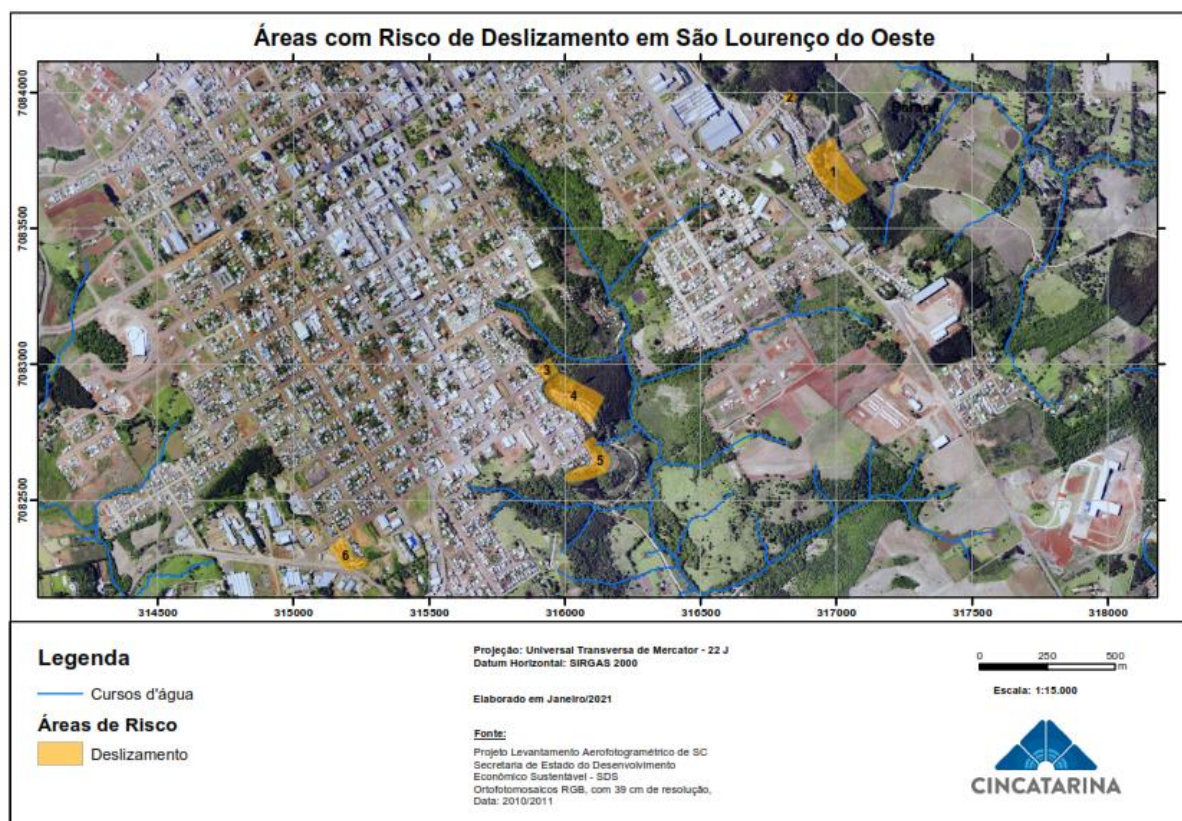
A realocação de ocupações em áreas de risco de inundações onera o município. Entretanto, este processo não deve ser descartado, pois existem locais em que as estruturas de drenagem urbana não conseguem amenizar estes riscos.

O levantamento realizado pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM), no ano de 2015, que visou a identificação de áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa e enchentes atingiu um total de 6 áreas, sendo todas elas relacionadas a movimentos de massa.

De acordo com CPRM (2015), não há registros de grandes eventos de movimentos de massa ou inundação, entretanto o relevo acidentado, a geologia, e o crescimento populacional desordenado estão criando áreas de riscos a movimentos de massa no município.

A Figura 6 demonstra as áreas com risco de deslizamento no município.

Figura 6: Áreas sujeitas à movimento de massa em São Lourenço do Oeste.



No Quadro 2 pode-se observar as características de cada uma das áreas de risco.

Quadro 2: Características dos deslizamentos identificados no município.

Área de Risco	Tipologia	Risco	Agravante
1	Deslizamento planar solo-solo	Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial
2	Deslizamento planar	Muito Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial
3	Deslizamento planar	Muito Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial.

Área de Risco	Tipologia	Risco	Agravante
4	Deslizamento planar solo-solo	Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial
5	Deslizamento planar	Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial
6	Deslizamento planar	Alto	As ruas não são pavimentadas e não possuem drenagem pluvial

4.5. ESTRUTURA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

A execução das obras e a manutenção da drenagem urbana são executadas por equipes da Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, e na maioria das vezes, segundo a própria Secretaria, recebem tratamento fundamentado na experiência, sendo contratadas empresas especializadas para obras de maior porte. Conforme a Secretaria, a equipe é composta por 4 servidores, sendo: 2 cargos comissionados, um agente de construção e um motorista. A equipe se utiliza de três veículos, sendo uma retroescavadeira, um caminhão caçamba e um caminhão de carga leve - Hyundai HR.

Não existe cadastro técnico das redes de drenagem, bem como não há rotina com frequência estabelecida para manutenção de redes, galerias e outros componentes do sistema de drenagem. Os trabalhos são realizados conforme as necessidades se apresentam.

Os pequenos córregos são componentes fundamentais do sistema de macrodrenagem de São Lourenço do Oeste, e requerem atenção especial de manutenção. As travessias de vias urbanas devem preferencialmente ser realizadas com galerias ou bueiros celulares dimensionados para o adequado escoamento das águas, para manutenção e também para que não sejam facilmente obstruídos por qualquer tipo de resíduo que possa limitar sua capacidade de vazão.

4.5.1. Sustentabilidade econômico-financeira

No art. 29 e no seu inciso III da Lei Federal nº 11.445/2007 (Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico – DNSB) consta que:

Art. 29. Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico-financeira assegurada por meio de remuneração pela cobrança dos serviços, e, quando necessário, por outras formas adicionais, como subsídios ou subvenções, vedada a cobrança em duplicidade de custos administrativos ou gerenciais a serem pagos pelo usuário, nos seguintes serviços:

III – de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, na forma de tributos, inclusive taxas, ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou das suas atividades. (Redação pela Lei nº 14.026, de 2020).

O art. 2º da Lei Municipal nº 2.292/2016 (Política Municipal de Saneamento Básico) dispõe que:

Art. 2º Para o estabelecimento da Política Municipal de Saneamento Básico serão observados os seguintes princípios fundamentais:

I - universalização do acesso;

II - integralidade, compreendida como o conjunto de todas as atividades e componentes de cada um dos diversos serviços de saneamento básico, propiciando à população o acesso na conformidade de suas necessidades e maximizando a eficácia das ações e resultados;

III - abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos realizados de forma adequada à saúde pública e à proteção do meio ambiente;

IV - disponibilidade em todas as áreas urbanas, de serviços de drenagem e de manejo das águas pluviais adequados à saúde pública e à segurança da vida e do patrimônio público e privado;

V - adoção de métodos, técnicas e processos que considerem as peculiaridades locais e regionais;

VI - articulação com políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de combate à pobreza e de sua

erradicação, de proteção ambiental, de promoção da saúde e outras de relevante interesse social, voltadas para a melhoria da qualidade de vida, para as quais o saneamento básico seja fator determinante;

VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

VIII - utilização de tecnologias apropriadas, considerando a capacidade de pagamento dos usuários e a adoção de soluções graduais e progressivas;

IX - transparência das ações, baseadas em sistemas de informações e processos decisórios institucionalizados;

X - controle social;

XI - segurança, qualidade e regularidade;

XII - integração das infraestruturas e serviços com a gestão eficiente dos recursos hídricos.

Já, o art. 3º da Lei nº 1.897/2010 descreve:

Art. 3º A proposta de revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico deverá ser elaborada seguindo o que determina a Lei Federal nº 11.445/2007 e estar em compatibilidade com as diretrizes políticas, objetivos e metas:

I - Das Políticas Federais e Estaduais de Saneamento Básico, de Saúde Pública e de Meio Ambiente;

II - Dos Planos Federal e Estadual de Saneamento Básico e de Recursos Hídricos.

III - Das Políticas Municipais de Saneamento Básico.

No entanto, conforme informações da Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, a municipalidade não realiza nenhum tipo de cobrança pelos serviços de drenagem urbana, inviabilizando o princípio fundamental da sustentabilidade econômica definido no inciso VII do art. 2º da Lei Municipal nº 2.292/2016.

4.6. FUNCIONALIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM

A funcionalidade do sistema de drenagem pode ser afetada por fatores de natureza climatológica, ambiental, tecnológica e institucional (SANTOS JÚNIOR, 2013), destacando-se os seguintes: subdimensionamento de redes e componentes do sistema; deposição de sedimentos e resíduos nas unidades componentes do sistema; falta de manutenção preventiva e corretiva periódicas; adoção de soluções pontuais sem o devido tratamento técnico balizado por plano diretor de drenagem ou projeto básico integrado, que orientem as intervenções de ampliação e manutenção

Silva *et al.* (2004) desenvolveram uma metodologia apoiada em Indicadores de Fragilidade do Sistema – IFS, onde o sistema de drenagem urbana é tratado como um conjunto de elementos de drenagem possuindo uma série de fatores que alteram o desempenho dos dispositivos. Já os fatores são afetados pelo desempenho, o que provoca uma reação em cadeia nos sistemas de drenagem, Quadro 3.

Quadro 3: Fatores que afetam o sistema de drenagem pluvial.

Natureza	Fatores	Abordagem
Climatológico	Regime de chuvas intensas	Representatividade da equação Intensidade x Duração e Frequência
Ambiental	Arranjo do traçado urbano	Interação com a topografia Respeito ao sistema natural de drenagem
	Uso do solo	Nível de impermeabilização dos terrenos Erodibilidade dos terrenos Ocupação marginal dos corpos receptores
	Padrões de conforto das vias	De pedestres De grande fluxo de veículos e de pedestres De grande fluxo de veículos e baixo fluxo de pedestres De médio movimento De acesso local
	Interação com demais equipamentos de saneamento urbano	Lançamento de efluentes domésticos na rede Lançamento de outros efluentes na rede Deposição de lixo nas galerias e canais Dispersão de sedimentos nas vias
Tecnológico	Estrutura de microdrenagem	Dimensão dos dispositivos hidráulicos Padrão construtivo Adequação do conjunto de dispositivos Manutenção e conservação dos dispositivos
	Estrutura de macrodrenagem	Dimensão dos dispositivos hidráulicos Padrão construtivo Adequação do conjunto de dispositivos Manutenção e conservação dos dispositivos

Natureza	Fatores	Abordagem
Institucional	Aspectos gerenciais	Interatividade dos componentes Aporte financeiro no orçamento Recursos humanos Planejamento das ações e estudos existentes
	Aspectos legais	Existência de normas e outros instrumentos Aplicação dos dispositivos

Fonte: Silva *et al.* (2004).

4.7. REDES EXISTENTES E ÍNDICE DE COBERTURA

De acordo com a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, não existem registros cadastrais da rede de drenagem, do mesmo modo que não existem registros sobre a pavimentação das vias municipais. Segundo a mesma secretaria, estima-se que a malha viária urbana do município apresente a seguinte configuração:

Tabela 2: Situação aproximada da malha viária urbana em São Lourenço do Oeste.

Vias	Extensão (km)	%
Pavimentas	121,07	95
Sem pavimento	6,38	5
Total	127,44	100

Fonte: Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano (2021).

Conforme levantado em campo, a maioria das ruas pavimentadas do Município conta com sistema de microdrenagem composto por meio-fio, sistema de captação (bocas de lobo), e condução das águas pluviais por tubulação subterrânea, porém de acordo com este levantamento pôde-se constatar algumas situações que comprometem o funcionamento do sistema. São elas: falta de padrão nas grelhas utilizadas nas bocas de lobo, o que dificulta a manutenção e substituição desses dispositivos, instalação de grelhas de boca de lobo de maneira inadequada e redes entupidas, Figura 7 a Figura 11.

Figura 7: Modelo de boca de lobo instalado no Município.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 8: Modelo de boca de lobo instalado no Município.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 9: Instalação inadequada da grelha.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 10: Instalação inadequada da grelha.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 11: Dispositivo de entrada obstruído.



Fonte: Acervo próprio.

É fundamental que seja elaborado o cadastro digitalizado e preferencialmente georreferenciado das redes de drenagem, com indicação de todos os dispositivos do sistema. Inicialmente, recomenda-se que o município utilize informações e o conhecimento de quem trabalha e opera o sistema, por isso é importante que o cadastramento inicie antes que estes servidores deixem suas atividades no município. Importante salientar que um cadastro requer manutenção e aprimoramento contínuo, devendo ser atualizado a cada intervenção de manutenção ou ampliação do sistema.

O município dispõe de um levantamento aerofotogramétrico realizado pelo Estado, possibilitando, na ausência de levantamento mais preciso, a elaboração do cadastro de redes de forma mais acessível.

4.8. PROJETOS

O sistema de drenagem integra o conjunto de equipamentos públicos existentes na área urbana e é pertinente que seja planejado de forma integrada com os demais equipamentos e infraestruturas urbanas, abrangendo as redes de água, de esgotamento sanitário, de cabos elétricos e telefônicos, pavimentação de ruas, guias

e passeios, parques, áreas de recreação e lazer, entre outros. Em relação às outras infraestruturas urbanas, o sistema de drenagem tem uma particularidade: o escoamento de águas pluviais sempre ocorrerá, independente de existir ou não um sistema de drenagem adequado. A qualidade da concepção e do dimensionamento desse sistema é que determinará se os benefícios ou prejuízos à população serão maiores ou menores.

As precipitações pluviométricas escoam seguindo a declividade natural das bacias hidrográficas, e o perfeito conhecimento topográfico destas bacias é essencial ao sucesso de um projeto de drenagem. Assim, é recomendado que o município se utilize, na ausência de levantamento mais preciso, do levantamento aerofotogramétrico realizado pelo Estado, para viabilizar o desenvolvimento de projeto básico de toda a drenagem urbana, peça fundamental que orientará todas as intervenções pontuais futuras no sistema, que deverão ser embasadas por levantamentos mais precisos.

Atualmente, a aprovação de projetos de loteamentos segue o roteiro estabelecido na Lei nº 146/2012, que institui o Plano Diretor Participativo do Município e determina em seu art 252 que o Poder Executivo Municipal somente procederá com a aprovação de projetos de loteamentos depois de cumpridas pelos interessados as seguintes etapas:

- I - consulta de viabilidade;
- II - estudo preliminar; (Redação determinada pela LC 175/2015)
- III - anteprojeto;
- IV - projeto definitivo.

Os prazos para cumprimento das etapas são fixados no art 253 da mesma Lei:

O Poder Executivo Municipal terá o prazo de:

- I - 15 (quinze) dias úteis para responder à consulta de viabilidade;
- II - 45 (quarenta e cinco) dias úteis para fornecer as diretrizes constantes no estudo preliminar;
- III - 30 (trinta) dias úteis para o exame de anteprojeto;
- IV - 30 (trinta) dias úteis para manifestar-se sobre o projeto definitivo.

O Poder Executivo Municipal, com anuência do Conselho do Município de São Lourenço do Oeste, poderá solicitar outros documentos necessários à análise do requerimento de estudo preliminar conforme o art 255-A.

Já, o Projeto Definitivo deve conter, de acordo com o art. 263 da supracitada Lei:

f) projeto completo do sistema de drenagem, detalhado e dimensionado, com a indicação em planta e perfil de todas as linhas de escoamento das águas pluviais, sistema de captação e escoamento de águas pluviais e seus equipamentos, indicando a declividade de coletores, as bocas-de-lobo e os dissipadores de energia nas margens dos cursos d'água dentro dos padrões do Poder Executivo Municipal de São Lourenço do Oeste.

Segundo a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano, não existem projetos de macrodrenagem em execução, a iniciar ou em andamento.

4.9. INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA – IDF

O dimensionamento dos projetos de drenagem é baseado na intensidade máxima de chuva associada a um risco de ser atingida ou superada, em função do período de retorno definido. O período de retorno, também conhecido como período de recorrência ou tempo de recorrência, é o intervalo de tempo estimado de ocorrência de um determinado volume de precipitação pluviométrica, sendo que a probabilidade de sua ocorrência é representada matematicamente pelo inverso do período de retorno. O município é o responsável por decidir o risco aceitável, ou seja, a proteção que será conferida às obras através da definição do período de retorno que os projetistas devem utilizar nos cálculos. Quanto maior o período de retorno adotado, menor a probabilidade da ocorrência do volume de precipitação pluviométrica de projeto e, portanto, maior a proteção conferida à população. No entanto, maiores serão os custos dos investimentos e o porte das intervenções.

Salvo aplicação de critérios técnicos específicos do período de retorno, podem ser utilizados os valores da Tabela 3, sugeridos pelo DAEE/CETESB (1980).

Tabela 3: Períodos de retorno em função da ocupação da área.

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
Microdrenagem	Residencial	2
	Comercial	5
	Edifícios de serviços ao público	5
	Aeroportos	2 a 5

Tipo de obra	Tipo de ocupação	Período de retorno (anos)
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macro drenagem	Áreas comerciais e residências	50 a 100
	Áreas de importância específica	500
Grandes centros urbanos	Sem Dique	25
	Com Dique	100
Pequenos centros urbanos	Sem Dique	10
	Com Dique	50
Pequenos canais para drenagem urbana		5 a 10
Bocas de lobo		1 a 2

Fonte: DAEE/CETESB (1980).

A dificuldade na obtenção de equações de intensidade, duração e frequência das chuvas (IDF) estão na falta de registros pluviométricos nos pequenos períodos de duração. Algumas metodologias foram desenvolvidas para obtenção de chuvas de menor duração e maior intensidade, a partir dos dados pluviométricos da precipitação de 1 (um) dia.

O “Atlas Pluviométrico do Brasil – Equações de Intensidade-Duração-Frequência”, publicado em 2018 pelo CPRM, da autoria de Adriana Burin Weschenfelder, Karine Pickbrenner e Eber José de Andrade Pinto, reúne, consolida e organiza as informações sobre chuvas obtidas na operação da rede hidrometeorológica nacional e neste caso especificamente para o município de São Lourenço do Oeste.

Para tanto, foram utilizados os dados da estação São Lourenço do Oeste, que se encontra em operação desde 1976 e o período utilizado na elaboração da IDF foi de 1997 a 2017. A estação São Lourenço do Oeste, código 02652031, está localizada na Latitude 26°24'01"S e Longitude 52°53'44"O; na sub-bacia 73, sub-bacia dos rios Uruguai, Chapecó e outros. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos registros contínuos de precipitação coletados de um pluviógrafo modelo IH até outubro de 2012. No período de novembro de 2012 a dezembro de 2017 foram utilizados os dados contínuos de precipitação gerados por uma estação automática Hidromec, modelo OTT, instalada no mesmo local da antiga estação pluviográfica analógica; ambas operadas pelo CPRM – Serviço Geológico do Brasil. A equação

adotada que relaciona os três aspectos da chuva, intensidade-duração-frequência é expressa pela fórmula:

$$i = \frac{a \times T^b}{(t + c)^d}$$

Onde:

i é a intensidade da chuva (mm/h);

T é o tempo de retorno (anos);

t é a duração da precipitação (minutos);

a, b, c, d, são parâmetros da equação.

No caso de São Lourenço do Oeste, para durações de 5 minutos a 24 horas, os parâmetros da equação são os seguintes (Tabela 4):

Tabela 4: Parâmetros para o município de São Lourenço do Oeste.

Parâmetros	5 min ≤ t ≤ 1 min20 min
a	1092,8
b	0,1237
c	10,1
d	0,7499

Fonte: Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2018).

Abaixo está apresentada a Tabela 5 construída a partir da fórmula ajustada para São Lourenço do Oeste, com intensidade das chuvas em mm/h para diferentes tempos de retorno e de duração.

Tabela 5: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de São Lourenço do Oeste.

Intensidade das chuvas em mm/h							
Duração (min)	Período de Retorno (anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
5	155,5	174,1	189,7	206,7	212,5	231,5	252,2
10	125,5	140,5	153,1	166,8	171,5	186,8	203,6
15	106,2	119,0	129,6	141,2	145,2	158,2	172,3
20	92,7	103,8	113,1	123,2	126,7	138,0	150,4
25	82,6	92,5	100,8	109,8	112,9	123,0	134,0
30	74,7	83,7	91,2	99,4	102,2	111,3	121,3
35	68,4	76,7	83,5	91,0	93,5	101,9	111,0
40	63,3	70,8	77,2	84,1	86,4	94,2	102,6

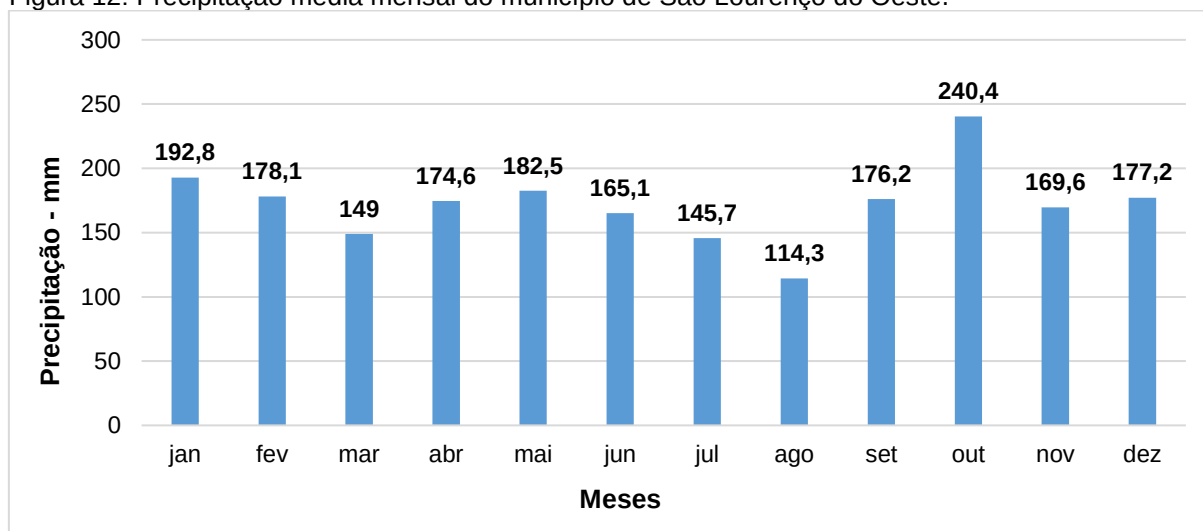
Intensidade das chuvas em mm/h							
Duração (min)	Período de Retorno (anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
45	58,9	66,0	71,9	78,3	80,5	7,7	95,6
50	55,2	61,8	67,3	73,4	75,4	82,2	9,5
55	52,0	58,2	63,4	69,1	71,0	77,4	84,3
60	49,2	55,1	60,0	65,4	67,2	73,2	79,8
75	42,5	47,6	51,9	56,5	58,1	63,3	69,0
90	37,6	42,2	45,9	50,0	51,4	56,1	61,1
105	33,9	38,0	41,4	45,1	46,3	50,5	55,0
120	30,9	34,6	37,7	41,1	42,3	46,0	50,2
150	26,5	29,6	32,3	35,2	36,2	39,4	42,9
180	23,3	26,1	28,4	30,9	31,8	34,6	37,8
240	18,9	21,2	23,1	25,2	25,9	28,2	30,7
300	16,1	18,1	19,7	21,4	22,0	24,0	26,2
360	14,1	15,8	17,2	18,8	19,3	21,0	22,9
420	12,6	4,1	15,4	16,8	17,2	18,8	20,5
480	11,4	12,8	14,0	15,2	15,6	17,0	18,6
600	9,7	10,9	11,8	12,9	13,3	14,5	15,7
720	8,5	9,5	10,4	11,3	11,6	12,6	13,8
840	7,6	8,5	9,2	10,1	10,3	11,3	12,3
960	6,9	7,7	8,4	9,1	9,4	10,2	11,1
1.080	6,3	7,0	7,7	8,3	8,6	9,4	10,2
1.200	5,8	6,5	7,1	,7	7,9	8,6	9,4
1.320	5,4	6,1	6,6	7,2	7,4	8,1	8,8
1.440	5,1	5,7	6,2	6,7	6,9	7,6	8,2

Fonte: Calculado a partir de Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2018).

4.10. PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para a determinação da precipitação pluviométrica média mensal foram utilizados os dados de Back (2020) disponíveis através do programa para calcular e divulgar informações climáticas e hidrológicas do Estado de Santa Catarina – HidroClima, Figura 12. Foram utilizados os dados da estação pluviométrica 02652031 no período de 1977 a 2011.

Figura 12: Precipitação média mensal do município de São Lourenço do Oeste.

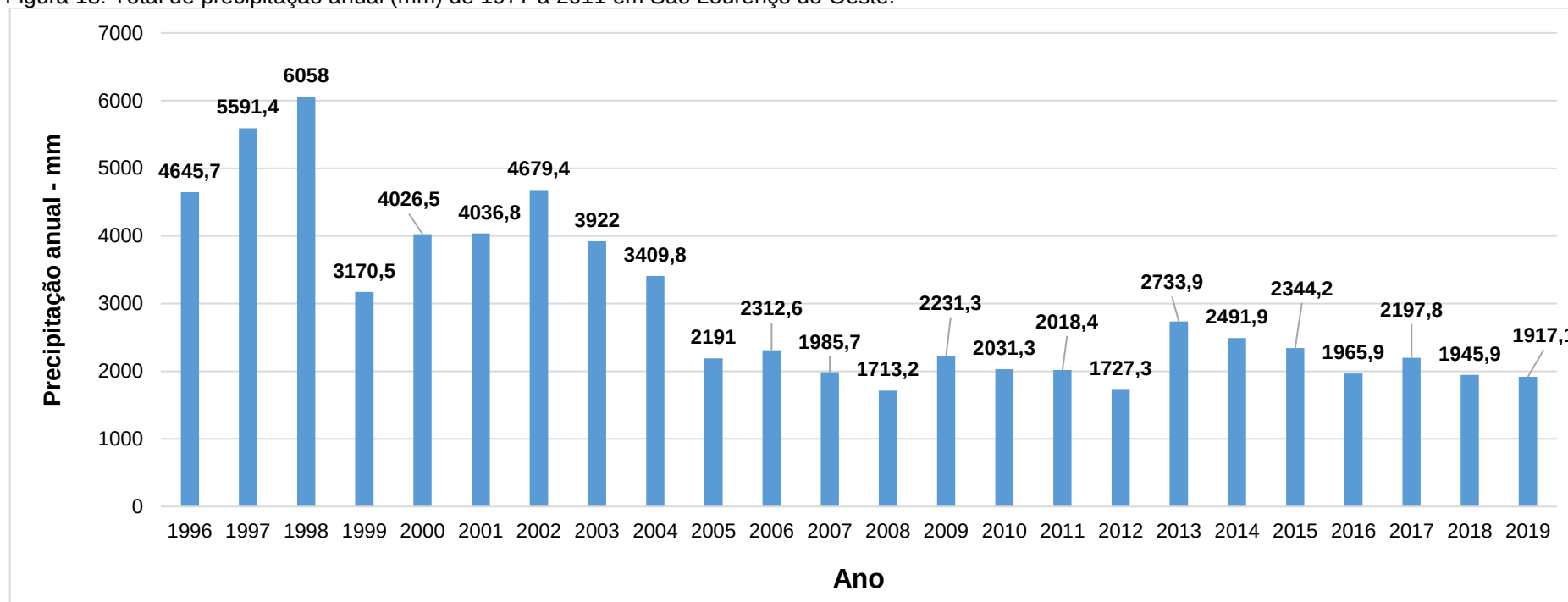


Fonte: Back (2020).

Historicamente o mês mais chuvoso é o de outubro, com média de mais de 240,4 mm, enquanto o mês mais seco é agosto, com média de 114,3 mm.

Para a determinação da precipitação anual foram utilizados dados das estações pluviométricas '02652031-São Lourenço do Oeste', '02652012-Vitorino' e '02652025-Vitorino' e '02652013-Pato Branco', obtidos do Sistema de Informações Hidrológicas (SNIRH) da Agência Nacional de Águas (ANA), no período de 1996 a 2019, Figura 13.

Figura 13: Total de precipitação anual (mm) de 1977 a 2011 em São Lourenço do Oeste.



Fonte: Elaborado a partir de SNIRH (2020).

Na Tabela 6 são apresentados os 10 (dez) maiores eventos de precipitação diária ocorridos no município, levando em consideração o período entre 1996 e 2019. Essas informações ajudam a caracterizar os principais eventos hidrológicos ocorridos no município.

Tabela 6: Máxima precipitação diária entre 1996 a 2019 em São Lourenço do Oeste.

Ordem	Data	Máxima precipitação diária - mm
1º	01/05/2014	155,1
2º	01/02/1997	155
3º	01/02/1997	155
4º	01/05/1998	154,6
5º	01/05/1998	154,6
6º	01/10/2005	145
7º	01/01/2013	143,3
8º	01/11/2003	130,2
9º	01/11/2003	130,2
10º	01/05/2015	125,2

Fonte: SNIRH (2020).

4.11. ÁREAS-PROBLEMA - AP

4.11.1. Metodologia para identificação das áreas-problema

Em visitas técnicas ao município foram registradas as regiões que sofrem com transtornos de alagamento e inundação quando da ocorrência de eventos pluviais. Foram visitados tanto os locais apontados pela equipe técnica do Município, quanto pela pesquisa de satisfação *on line* que esteve disponível do dia 15/01/2021 à 19/09/2021 no *site* da prefeitura e contou com a participação de 143 pessoas.

Através dessas indicações foram identificadas 10 áreas-problema, onde proprietários de residências e/ou dos comércios locais foram consultados sobre a existência e frequência dos eventos. Após a visita técnica para identificar as áreas-problema e coletar informações sobre elas, estas regiões foram localizadas e analisadas em um Sistema de Informação Geográfica – SIG.

Na sequência, cada AP recebeu um indicador que caracteriza o somatório das relevâncias dos Indicadores de Fragilidade do Sistema, designado por **Índice de Fragilidade do Sistema– IFS**. O sistema de pontuação permite estabelecer a

hierarquização dos principais problemas a serem atacados. Na obtenção do **IFS**, Quadro 4, foram atribuídos pesos aos problemas de natureza institucional, tecnológica e ambiental nos valores de 1, 2, e 3, respectivamente.

Esta metodologia foi utilizada por Silva *et al.* (2004), e aperfeiçoada por Silva Junior *et al.* (2018) na Avaliação dos indicadores de fragilidade do sistema de drenagem urbana de um bairro em Olinda-PE.

A definição de valores do IFS para cada AP serve também como referência para a partida de um processo permanente de planejamento do sistema estudado. O Prognóstico é montado a partir da definição de diretrizes, objetivos e metas estabelecidas, partindo-se então para a identificação dos diversos tipos de serviços e ações a serem propostas com vistas a resolver os problemas identificados.

Quadro 4: Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS).

Natureza	Indicadores
Tecnológico	Inexistência de pavimentação Deterioração física dos equipamentos de drenagem: Ineficiência do escoamento nos eixos viários Inexistência de diretrizes para a execução das estruturas de drenagem urbana Ineficiência dos dispositivos de coleta Ineficiência da capacidade de transporte pelos condutos Redução da vida útil das estruturas de drenagem Redução da vida útil dos pavimentos Incompatibilização das curvas verticais nos cruzamentos viários: Passeios e/ou calçadas totalmente impermeabilizadas Interferência no escoamento das águas pluviais no corpo receptor
Ambiental	Ocorrência de alagamentos Ausência de dispositivos de armazenamento e de áreas para a infiltração da água pluvial nos lotes Favorecimento da produção de sedimentos; Possível erosão da pavimentação das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial; Disposição de resíduos sólidos e deposição de sedimentos em vias públicas; Interação inadequada com esgoto nos equipamentos de drenagem; Interferência no trânsito de veículos na ocorrência de alagamentos; Interferência no movimento de pedestres na ocorrência de alagamentos; Ocupações ribeirinhas na calha do corpo receptor Assoreamento, presença de vegetação, resíduos sólidos e esgotos no corpo receptor Canalização e revestimento da seção hidráulica do corpo receptor Restrição à implantação de áreas de inundação:
Institucional	Elevação dos gastos com manutenção e conservação: Encarecimento das soluções técnicas; Perda de credibilidade da administração pública; Ausência de manutenção regular do sistema de drenagem urbana;

Fonte: Silva *et al.* (2004), Silva Junior (2018), adaptado por CINCATARINA.

4.11.2. Identificação das áreas-problema atuais

O PMSB do Município, elaborado em 2010, apontou a existência de 5 áreas-problema que de acordo com a Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano sofreram intervenções e tiveram os problemas solucionados.

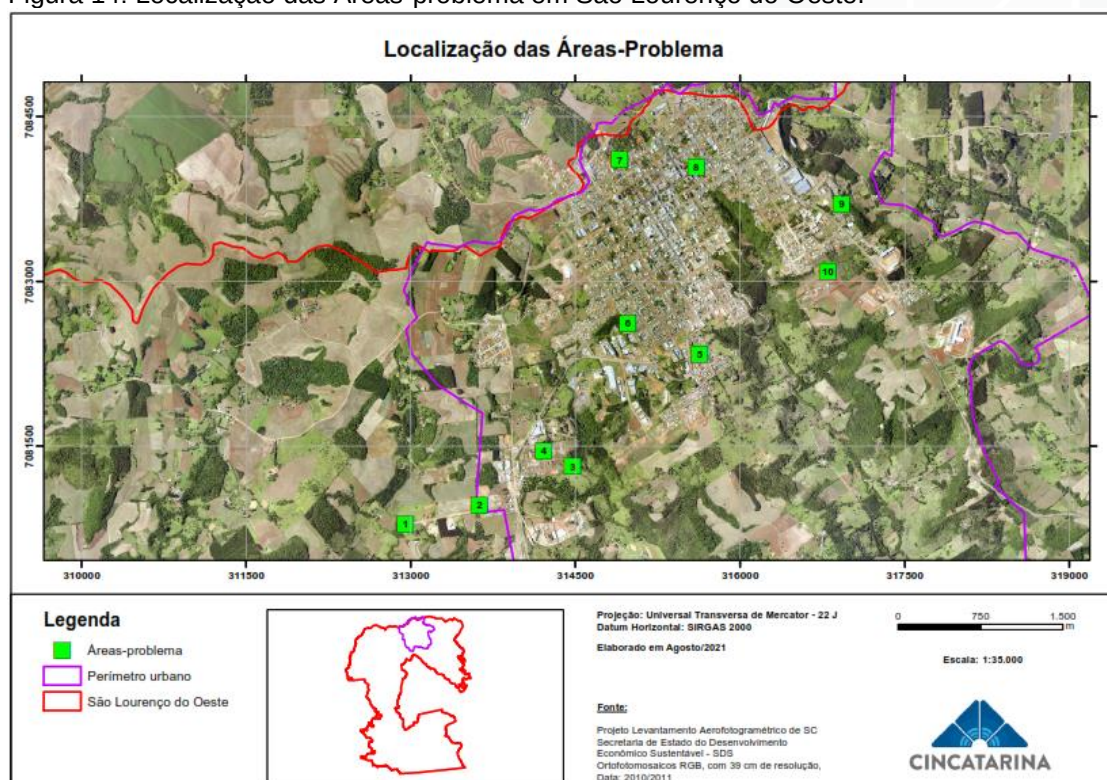
Esta Revisão, identificou 10 locais onde ocorrem eventos de alagamento, ou inundação, Quadro 5 - Figura 14.

Quadro 5. Áreas-problema identificadas.

Área-problema	Localização	Tipo de evento
AP-01	Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi	Enxurrada
AP-02	Rua Privato Mafioletti	Alagamento
AP-03	Rua Arthur Francisco Fergutz – final da rua	Alagamento
AP-04	Rua Luiza S. Rancatti esquina com a Domingos Cataneo Fabro	Alagamento
AP-05	Rua Rio de Janeiro esquina com a Rua Leoberto Leal	Inundação
AP-06	Rua Lauro Müller	Alagamento
AP-07	Frei Alfredo João Lazzarotto esquina com a Avenida Ernesto Beuter	Alagamento
AP-08	Rua Zeno Germano Etges esquina com a Avenida Brasil	Alagamento
AP-9	Rua Juraci Vilani	Alagamento
AP-10	Rua Salvino Porsch	Alagamento

Fonte: Elaboração própria.

Figura 14: Localização das Áreas-problema em São Lourenço do Oeste.



4.11.3. Descrição das áreas-problema identificadas

4.11.3.1. AP-01 – Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi

Devido a declividade existente no Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi e ausência de sistema de microdrenagem, o escoamento superficial se concentra nas laterais da via e atinge alta energia de transporte, até chegar no ponto-problema 1 identificado na Figura 15 e na Figura 17, que é o local onde foi instalada uma tubulação para possibilitar acesso às duas edificações que são atingidas pela enxurrada, porém ao que tudo indica, essa tubulação deve estar subdimensionada, pois a partir desse ponto a água se espalha e atinge as edificações.

Essa via não possui pavimentação, Figura 17, é possível observar nas laterais da rua os sulcos formados pela ação da enxurrada, que desagrega partículas do solo e as carrea até os lotes localizados em cota mais baixa, Figura 18.

Figura 15: Localização da AP-01.

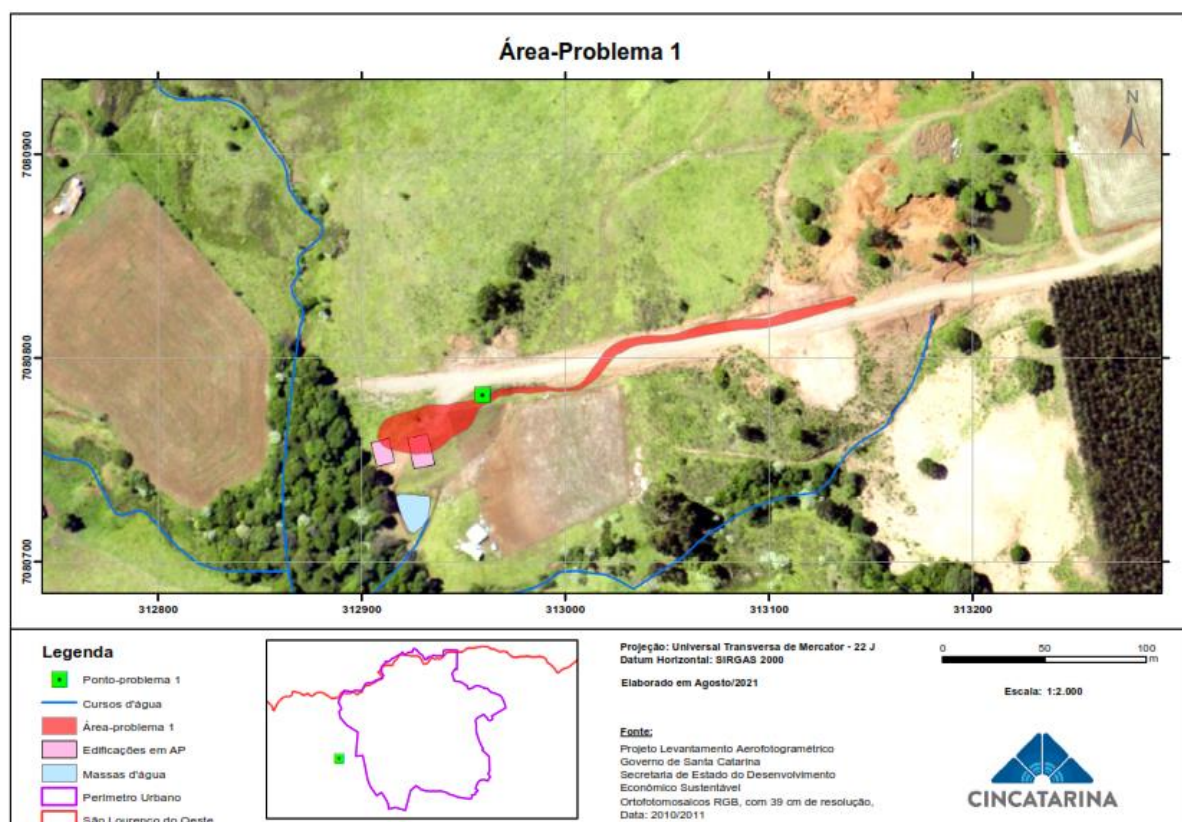


Figura 16: Tubulação localizada no ponto-problema-01.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 17: Visão geral do Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 18: Sulco gerado pelo escoamento superficial da água.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.2. AP-02 – Rua Privato Mafioletti

Essa área-problema é acometida por alagamentos que atingem dois lotes localizados na Rua Privato Mafioletti. A causa dos alagamentos é aparentemente a obstrução total de uma boca de lobo identificada na Figura 19 e Figura 20 como ponto-problema 2. Devido a capacidade de captação da boca de lobo estar comprometida, as vazões se acumulam na lateral da via e atingem os lotes, Figura 21.

Figura 19: Localização da AP-02.

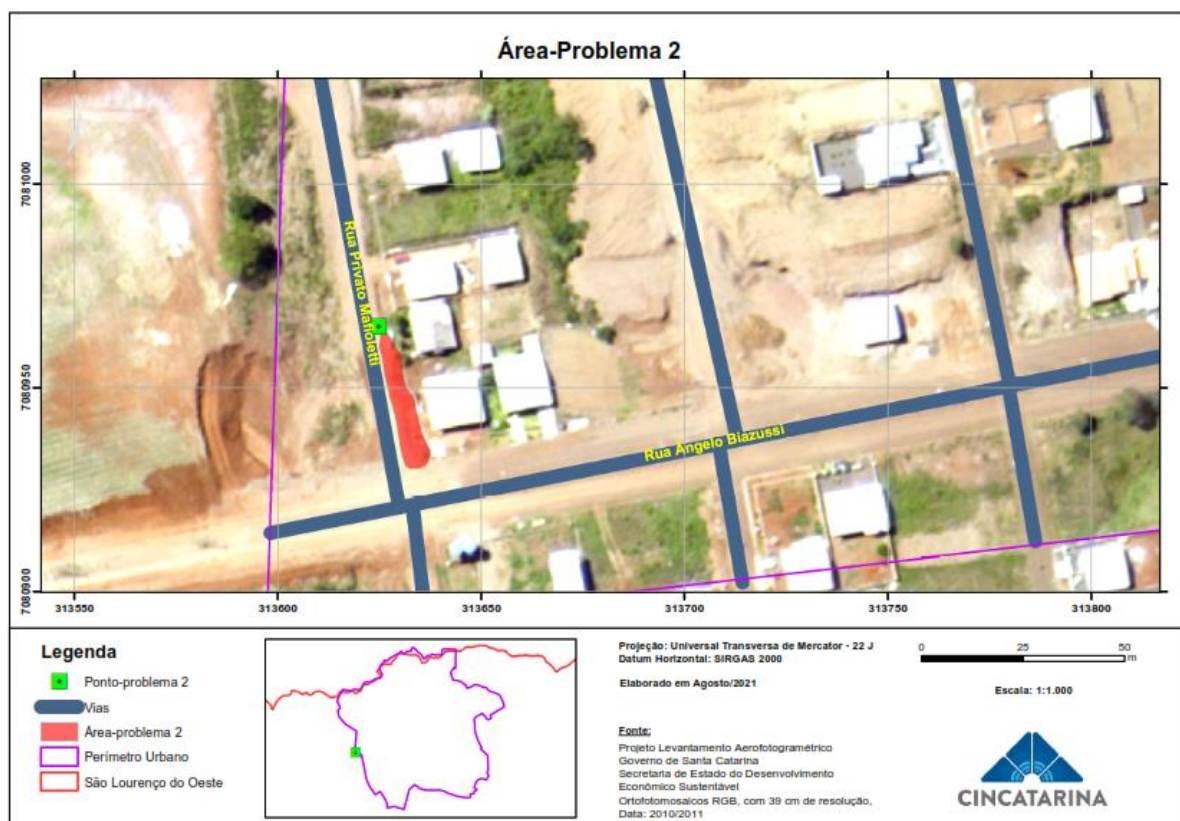


Figura 20: Boca de lobo obstruída - Ponto-problema 2.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 21: Visão geral da AP-02.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.3. AP-03 – Rua Arthur Francisco Fergutz

Esta rua possui pavimentação em paralelepípedo e sistema de microdrenagem implantado, porém no ponto-problema 3, identificado na Figura 22 e Figura 23, existe uma boca de lobo que não foi devidamente instalada, o que impacta na capacidade de captação da água precipitada, causando os alagamentos no final da rua, onde se localiza o ponto-problema 4. Na saída da tubulação de drenagem existe histórico de deslocamento do tubo final e indícios de processos erosivos, fato que pode ser explicado pela ausência de dispositivo de dissipação de energia, Figura 25 e Figura 26, assim nessa área problema, existem duas situações, alagamentos devido à ineficiência do sistema de drenagem e deslocamento da rede de microdrenagem devido a velocidade de escoamento na saída da tubulação.

Figura 22: Localização da AP-03.

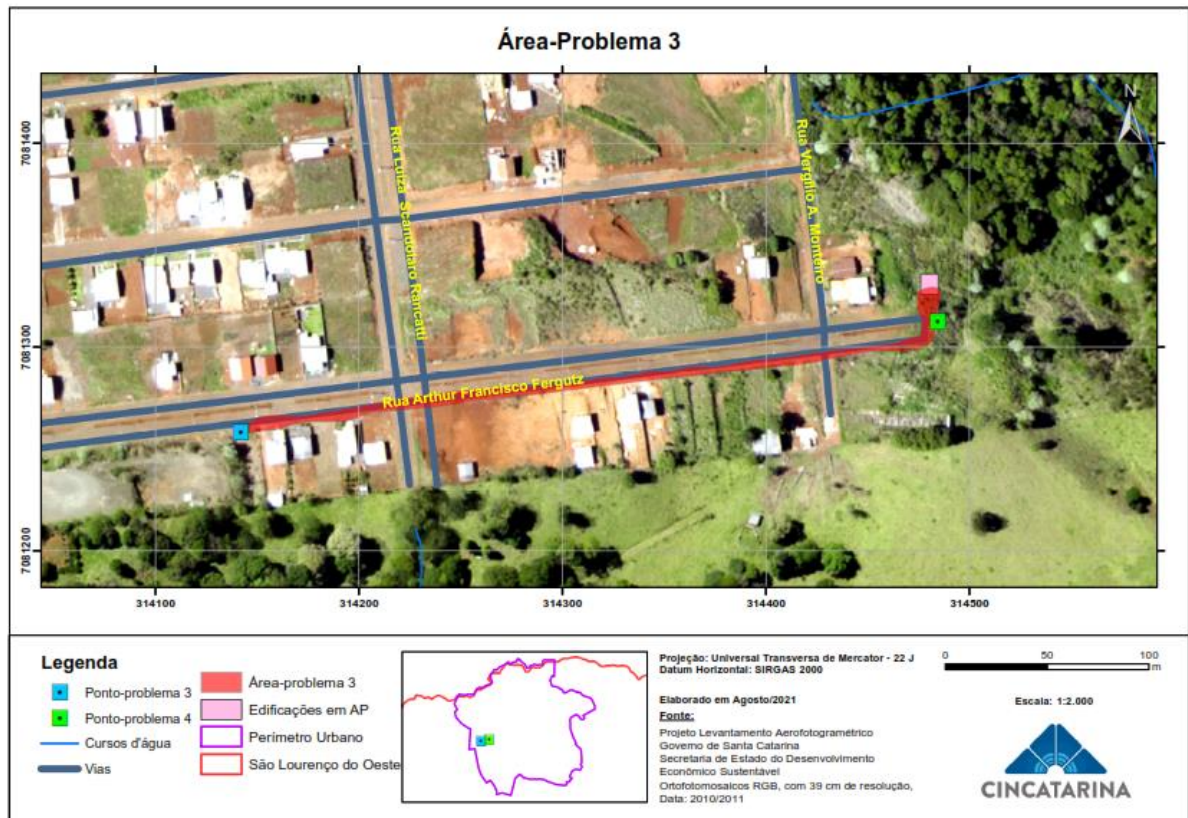
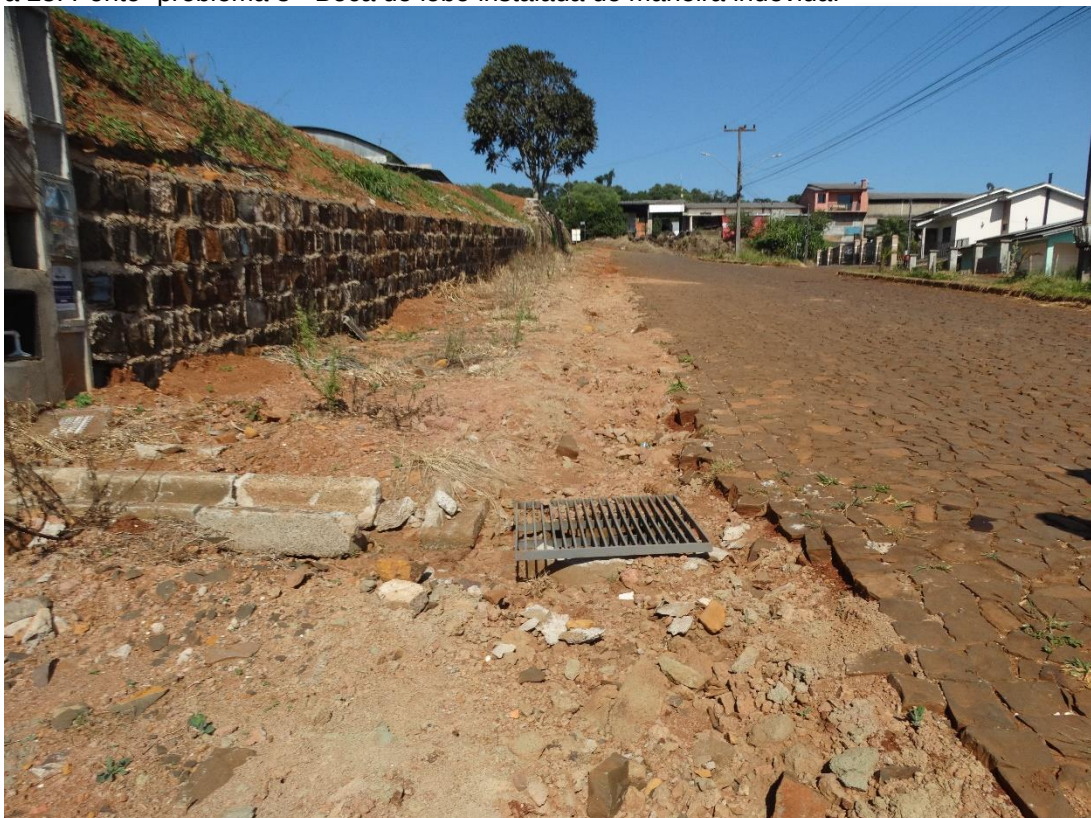


Figura 23: Ponto -problema 3 - Boca de lobo instalada de maneira indevida.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 24: Saída da tubulação de drenagem no ponto-problema 4.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 25: Área-problema 3, próxima a saída da tubulação de drenagem.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 26: Cicatriz de deslizamento causado pelas águas pluviais na AP-03.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.4. AP-04 – Rua Luiza Scandolaro Rancatti

Esta rua possui pavimentação e infraestruturas de microdrenagem, porém ocorrem alagamentos que são causados pela baixa eficiência das bocas de lobo, assim, quando ocorrem eventos de grande precipitação, a capacidade de captação das bocas de lobo é ultrapassada e parte do escoamento percorre superficialmente a via, causando os alagamentos, Figura 27 e Figura 28.

O problema é agravado devido a parte do escoamento proveniente da Rua Domingos Cateneo Fabro, identificado como ponto-problema 5 na Figura 29, se acumular na Rua Luiza Scandolaro Rancatti.

Figura 27: Localização da AP-04.

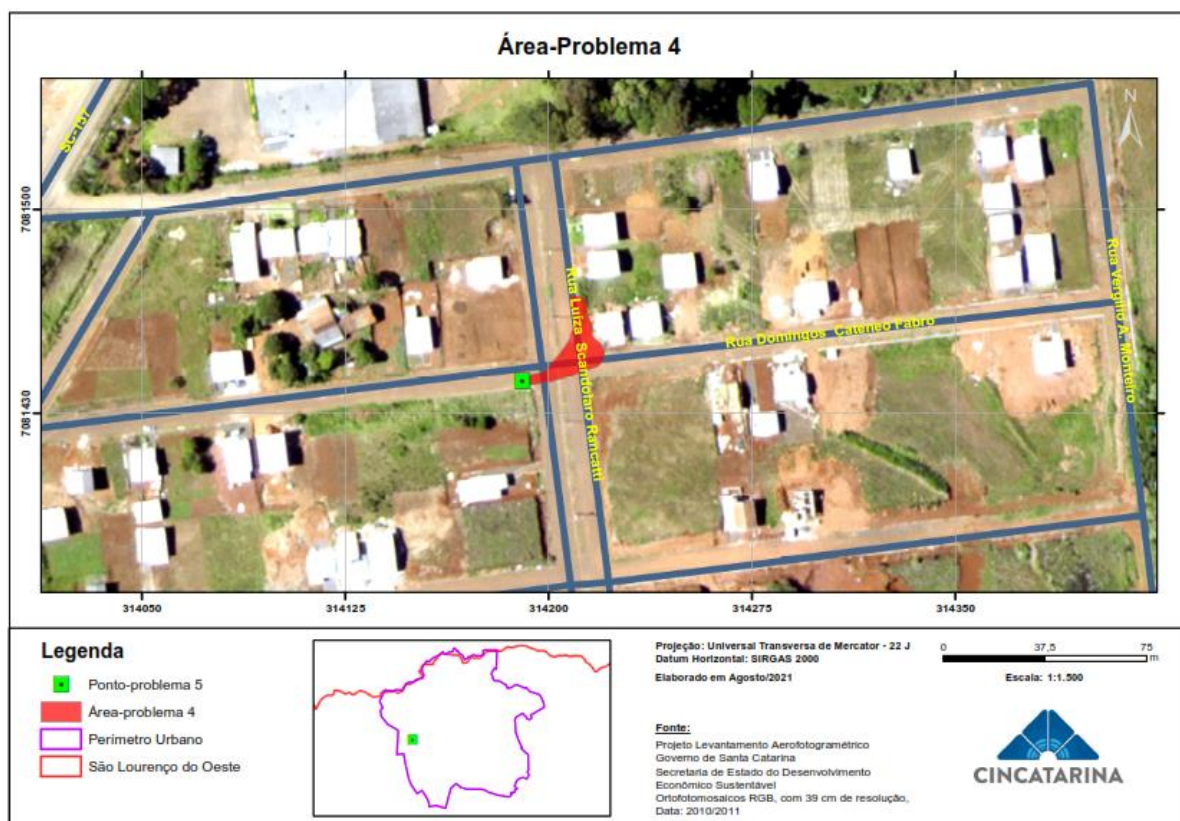


Figura 28: Área problema 4.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 29: Área de contribuição da área-problema de alagamento na Rua Domingos Cateneo Fabro.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.5. AP-05 – Rua Rio de Janeiro esquina com a Rua Leoberto Leal

Nesta região existem infraestruturas de microdrenagem implantadas e pavimentação em asfalto, porém, os dispositivos existentes não conseguem captar a totalidade das vazões que escoam da Rua Leoberto Leal (ponto-problema 6) e causam alagamentos na Rua Rio de Janeiro, Figura 30 e Figura 31.

Figura 30: Localização da AP-05.

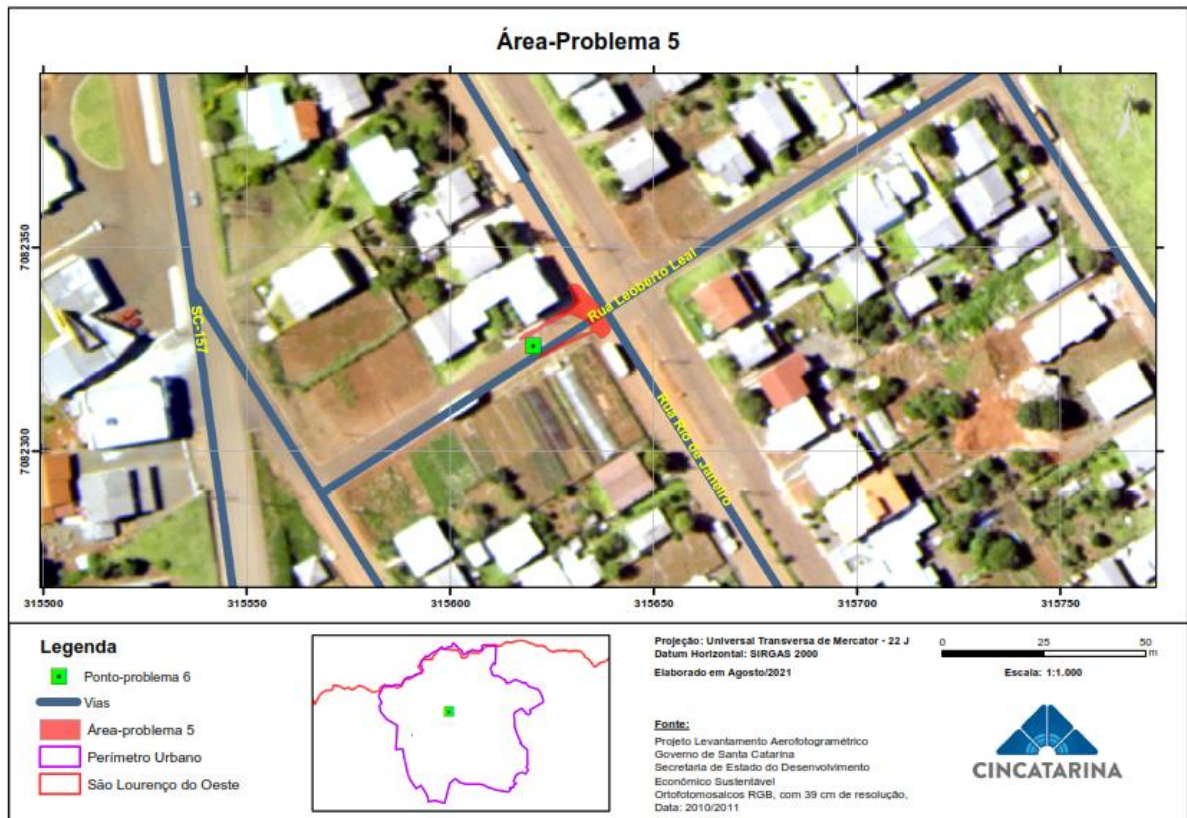


Figura 31: Área-problema 5.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.6. AP-06 – Rua Lauro Müller

Neste local, ocorrem alagamentos que atingem uma edificação e que possivelmente são causados pelo subdimensionamento da rede de microdrenagem a partir do ponto-problema 7, identificado na Figura 32 e Figura 33 e pela ineficiência dos dispositivos de microdrenagem instalados na Rua Lauro Muller e na Travessa Maria Cerchiari.

Figura 32: Localização da AP-06.

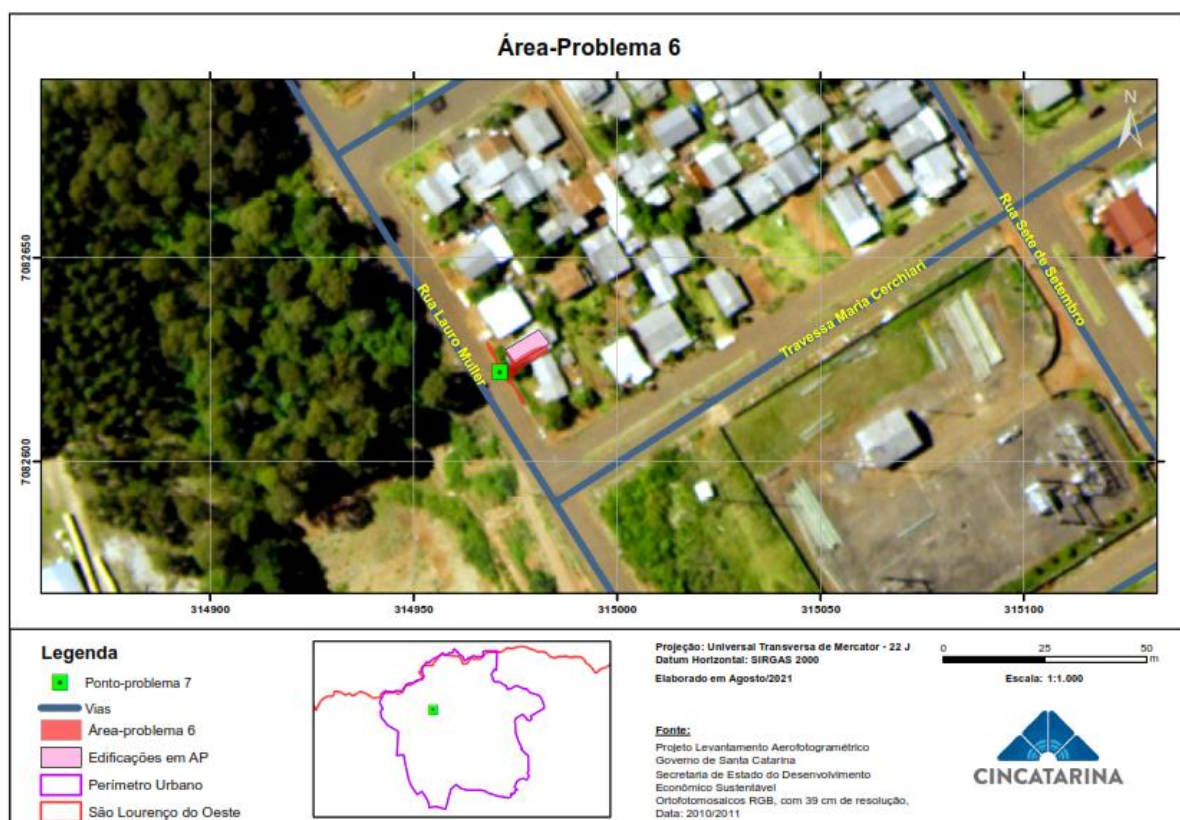


Figura 33: Em destaque o ponto-problema 6.



Fonte: GOOGLE EARTH (2020).

4.11.3.7. AP-07 – Rua Frei Alfredo João Lazzarotto esquina com a Avenida Ernesto Beuter

Esta região possui pavimentação em paralelepípedo e asfalto, as bocas de lobo instaladas não conseguem captar todo o volume de água precipitado e a água acaba escoando superficialmente pela Rua Frei Alfredo João Lazzarotto, causando alagamentos e invadindo um lote da Avenida Ernesto Beuter. De acordo com relatos, há 8 anos o local sofre com esses episódios de alagamento.

Figura 34: Localização da AP-07.

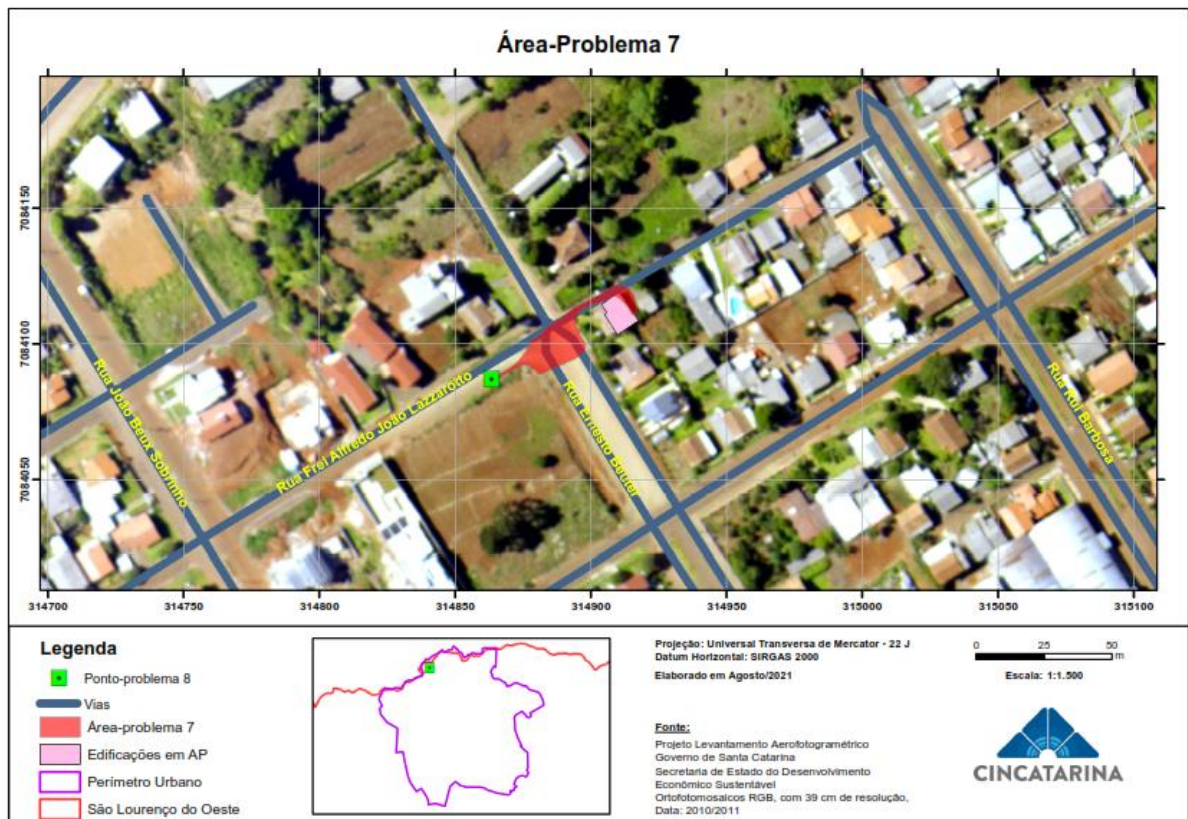


Figura 35: Lote que é invadido pelos alagamentos.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.8. AP-08 – Rua Zeno Germano Etges esquina com a Avenida Brasil

Nesta rua existe a canalização do Lajeado Grande, que possui as paredes em pedra e fundo revestido em concreto. Quando ocorrem eventos de grande precipitação, ocorre inundação, atingindo edificações e afetando o trânsito de pedestres e veículos, Figura 36 a Figura 38.

Existem edificações sobre o curso d'água e o município não possui o cadastro do trajeto do canal, o que dificulta a possibilidade de alguma intervenção.

De acordo com relato de moradores o último evento de inundação ocorreu há 3 anos e atingiu cerca de 140 metros da rua.

Figura 36: Localização da AP-08.



Figura 37: Canal que extravasa no ponto-problema 9.



Fonte: CINCATARINA (2021).

Figura 38: Ponto-problema 9.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.9. AP-09 – Rua Juraci Vilani

Um trecho dessa rua, que até 2020 possuía pavimentação em paralelepípedo (Figura 40), atualmente possui pavimento asfáltico, o restante da via não é pavimentado. A via não possui dispositivos de microdrenagem, o que gera problemas de alagamento nas partes baixas desta.

Figura 39: Localização da AP-09.

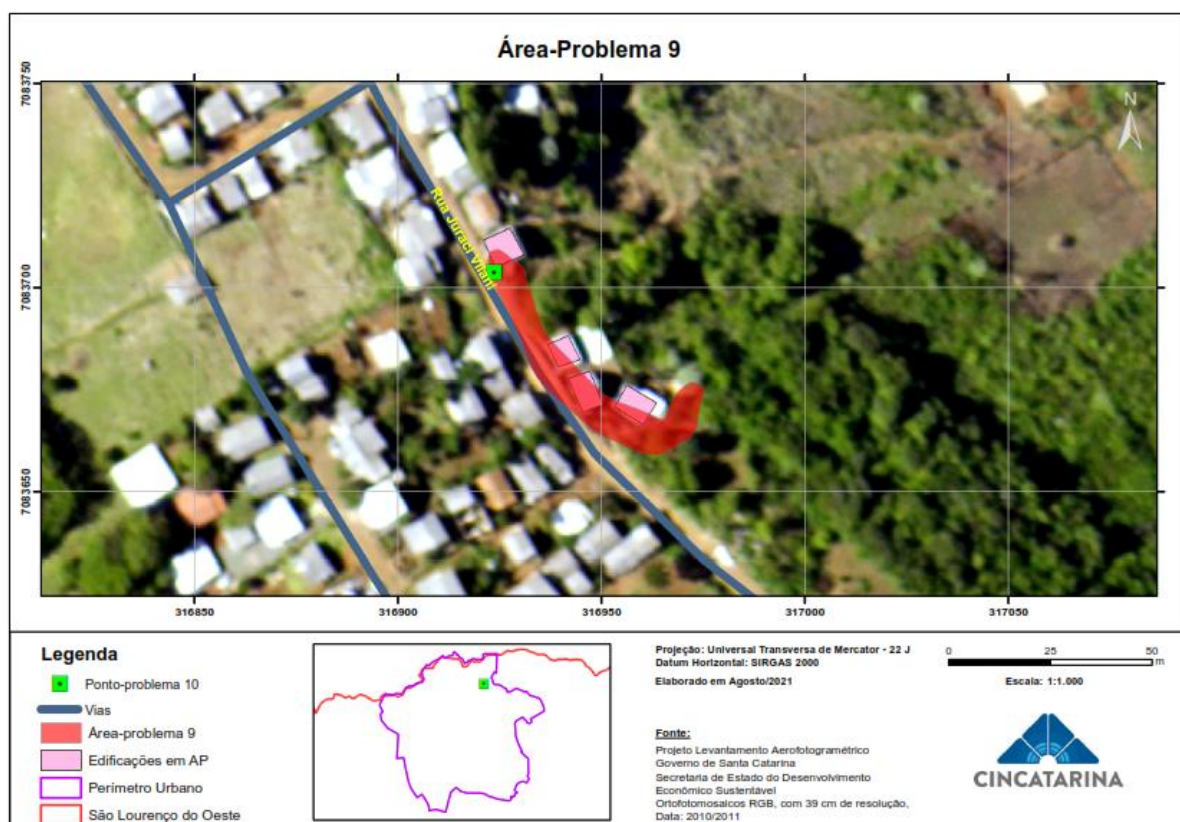
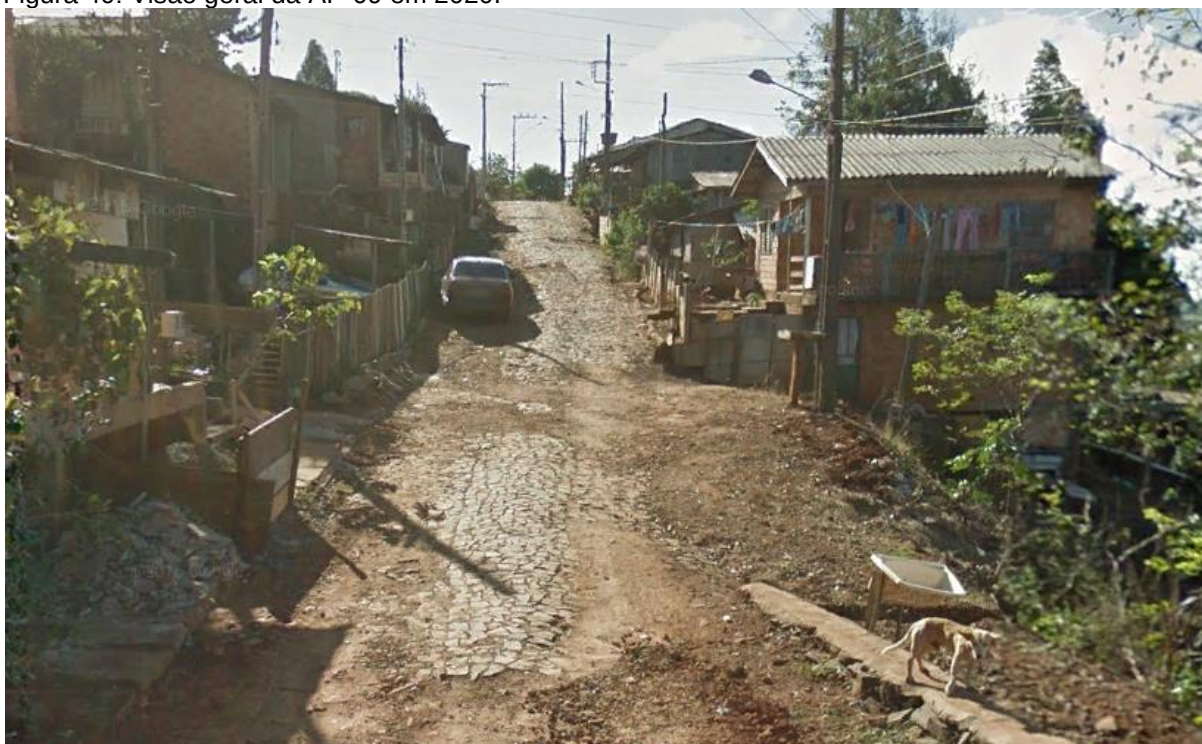


Figura 40: Visão geral da AP-09 em 2020.



Fonte: GOOGLE EARTH (2020).

Figura 41: Visão geral da AP-09 em 2021.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.11.3.10. AP-10 – Rua Salvino Porsch

Esta área problema possui pavimentação em paralelepípedo, porém não possui infraestrutura de microdrenagem instalada, situação que gera problemas com alagamentos, Figura 42 e Figura 43.

Figura 42: Localização da AP-10.

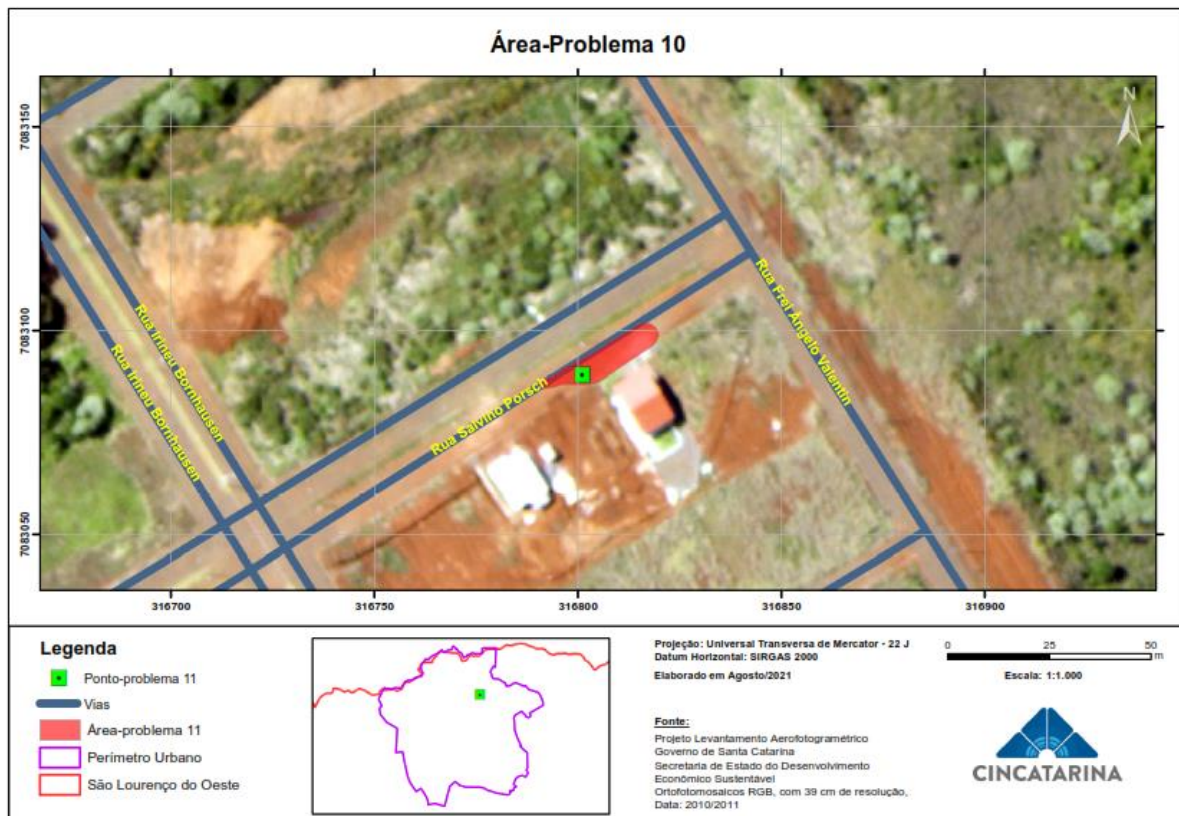


Figura 43: Visão geral da área-problema 10.



Fonte: CINCATARINA (2021).

4.12. PROBLEMAS ASSOCIADOS À ALAGAMENTOS E INUNDAÇÕES

Os eventos de alagamento e inundação provocam uma série de transtornos e prejuízos para a população, porém é importante salientar que estes acontecimentos nada mais são, que o resultado de interferências antrópicas no meio natural. Seja pela impermeabilização de grandes áreas, decorrente do processo de urbanização, seja pela ocupação de áreas de planície de inundação.

Como já foi mencionado no Produto 3 – Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário, desta Revisão, não há no Município um sistema público de coleta e tratamento de efluentes que abranja toda a área urbana municipal, existe apenas um sistema alternativo de coleta e tratamento de esgoto sanitário que têm cobertura parcial sobre o bairro São Francisco. No restante da área urbana e na área rural, são empregadas soluções individuais de esgotamento sanitário.

Em 2010, de acordo com IBGE (2010), mais da metade da população realizava a disposição de seus efluentes de forma inadequada: 52,75% utilizavam-se de fossas rudimentares, que são sistemas sem comprovação de eficiência, e outros

1,86% informaram realizar o lançamento diretamente em cursos d'água ou valas. A disposição inadequada de efluentes altera a qualidade da água dos cursos d'água, trazendo danos para a fauna e a flora aquática, além de ser a causa de diversas patologias. A existência de áreas-problema, onde são recorrentes eventos de alagamento e inundação, aumenta as chances de contato da população com essas águas e, conseqüentemente, a propagação de doenças de veiculação hídrica. As principais doenças com veiculação hídrica são: Esquistossomose, Hepatite A/E, Leptospirose, Dengue, Malária, Cólera, Amebíase, Giardíase, Febre Tifoide e Paratifoide. Na Tabela 7 é possível observar o número de notificações de algumas doenças de veiculação hídrica no Município.

Tabela 7: Doenças de veiculação hídrica no município de São Lourenço do Oeste.

Doença	Número de Casos								
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Dengue	0	0	1	1	0	0	0	0	0
Febre Tifoide	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Hepatite (A, B, C e D)	13	21	16	14	7	8	27	12	10
Esquistossomose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leptospirose	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Diarreia	84	96	118	112	146	2.123	2.563	2.366	2.299

Fonte: MINISTÉRIO DA SAÚDE - TABNET/DATASUS (2021).

4.13. ÍNDICE DE FRAGILIDADE DO SISTEMA– IFS

Cada área-problema foi avaliada nos quesitos tecnológico, ambiental e institucional - Anexo 1.

Através do cálculo do Índice de Fragilidade do Sistema é possível hierarquizar as áreas-problema, pois quanto maior for o IFS, maior é a prioridade da área-problema. Os índices, em ordem de prioridade, são apresentados na Tabela 8.

Tabela 8: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP do município de São Lourenço do Oeste.

Área	AP-08	AP-03	AP-06	AP-04	AP-09	AP-05	AP-07	AP-02	AP-01	AP-10
IFS	44	31	30	30	27	27	27	25	15	14

Fonte: Elaboração própria.

5. AVALIAÇÃO DA RESOLUÇÃO DAS PROPOSTAS DO PMSB

O Plano Municipal de Saneamento Básico de São Lourenço do Oeste, elaborado em 2010, verificou as demandas e deficiências do sistema de drenagem urbana e definiu as metas que deveriam ser desenvolvidas pelo Prestador de Serviços no horizonte de 2010 a 2017. Abaixo são apresentados comentários sobre as ações tomadas até o momento pelos atores envolvidos em relação ao cronograma físico-financeiro definido pelo PMSB 2010.

Elaboração de Projeto Básico de Drenagem da Cidade

Comentários: Demanda não atendida. Os projetos continuam a serem elaborados de forma pontual de acordo com as necessidades do momento.

Elaboração de Projetos Executivos Independentes para as Áreas AP2, AP3, AP4 e AP5

Comentários: Demanda atendida. Os projetos foram elaborados.

Obras de microdrenagem nas Áreas AP2, AP3, AP4, conforme Definido em Projetos Executivos

Comentários: Demanda atendida. As obras foram realizadas.

Obras de Macrodrenagem na Área AP5

Comentários: Demanda atendida. As obras foram realizadas.

Revisão da Legislação, e Regulamentações

Comentários: Demanda não atendida.

Incentivo a Manutenção da Permeabilidade dos Solos

Comentários: Demanda não atendida.

Programa de Educação Sanitária e Ambiental

Comentário: Demanda não atendida.

Adequação Operacional

Comentário: Demanda não atendida. Não foram elaborados procedimentos operacionais para orientar a execução e contratação de serviços de drenagem, também não são realizadas ações programadas de manutenção, as ações são realizadas conforme demanda.

Elaboração de Cadastro Técnico e Assegurar Critérios Técnicos em Obras e Serviço

Comentário: Demanda não atendida.

Política de Ocupação de Várzeas e Divulgação de Áreas de Risco Potencial

Comentário: Demanda não atendida.

6. PROGNÓSTICO

Com a elaboração do diagnóstico do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais de São Lourenço do Oeste, pôde-se identificar que os problemas estão relacionados, principalmente, a ausência de cadastro técnico da malha de drenagem e seus acessórios, a realização de intervenções no sistema sem estudos técnicos, falta de Plano Diretor de Drenagem Urbana, falta de rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem e ausência de fiscalização e monitoramento do sistema, além da falta de cobrança pelo serviço de drenagem urbana de águas pluviais.

Cabe ressaltar que as deficiências do sistema de drenagem urbana são agravadas pela disposição indevida de esgotos sanitários, lançados diretamente ou advindos de sistemas de tratamento individuais ineficientes, que são responsáveis pela geração de mau odor emanado das bocas de lobo.

Destaca-se que as soluções propostas para os problemas levantados são orientativas para estudos mais aprofundados e foram colhidas do que se percebeu nas visitas técnicas, pelos apontamentos da população através da pesquisa de satisfação *online* e através das contribuições apresentadas pela Secretaria Municipal de Planejamento e Desenvolvimento Urbano.

Estas soluções deverão merecer imediata ação do Poder Público Municipal, assegurando as áreas e espaços necessários para realização das intervenções, e impedindo, quando necessário, edificações e urbanização sobre estas áreas ou condicionando o seu uso.

A principal recomendação deste relatório é de que qualquer intervenção a ser realizada receba o tratamento técnico adequado e siga as diretrizes de um projeto básico integrado de drenagem urbana. O dimensionamento dos dispositivos de drenagem deve ser desenvolvido prevendo as situações desfavoráveis de impermeabilização do solo trazidas pela urbanização futura, ou novos problemas aflorarão em áreas que se imaginavam equacionadas pelos serviços de drenagem urbana.

6.1. DA MATERIALIZAÇÃO DAS PROPOSTAS

As propostas apresentadas neste capítulo deverão ser objeto de tratamento técnico específico para cada caso, para avaliação de sua viabilidade técnica e econômico-financeira. No entanto, as soluções projetadas não deverão, salvo exceções, ter tratamento exclusivo e pontual, mas estarem compatibilizadas pelas diretrizes de um projeto de concepção abrangente da bacia em que se encontram inseridas.

A interação e as interferências do sistema de drenagem urbana com os demais serviços públicos devem ser observadas no planejamento das ações definidas em projeto.

6.2. CONFIABILIDADE E SEGURANÇA DAS SOLUÇÕES

O processo de contratação das consultoras para elaboração e gerenciamento dos projetos básicos e executivos deve se revestir de todas as precauções para que sejam selecionadas empresas com habilitação e capacidade técnica para conduzir as soluções necessárias.

Os mesmos cuidados na definição dos períodos de retorno para as diferentes unidades do sistema de drenagem e na obtenção dos valores de precipitações pluviométricas (Curva IDF), objetivando a segurança e a funcionalidade, devem ser estendidos a todos os componentes do sistema de drenagem.

6.3. MACRODRENAGEM

O sistema de macrodrenagem de São Lourenço do Oeste está fundamentado principalmente, pelo escoamento ao longo do Lajeado Grande, Arroio Gramadinho e demais cursos de água do perímetro urbano, ou seja, a topografia faz com que córregos e arroios sejam os seus componentes principais.

Das 10 áreas-problema identificadas no município, 1 tem ligação com a canalização destes cursos d'água, que é o caso do Lajeado Grande. Assim, sempre que possível, deve-se evitar a realização de alterações nas características naturais cursos d'água, respeitando os novos conceitos de drenagem sustentável.

Quando necessária, a canalização dos cursos d'água deve ser criteriosamente avaliada e muito bem fundamentada para evitar problemas como os atualmente enfrentados pelo Município. Além disso, o argumento de que os córregos se transformaram em esgotos a céu aberto e o odor é insuportável não pode ter como solução a sua tubulação, mas sim o tratamento dos efluentes domiciliares gerados e despejados no corpo d'água a montante.

As travessias dos córregos em vias públicas devem ser desenvolvidas preferencialmente por galerias, com cabeceiras que reduzam a possibilidade de obstrução por galhos e outros entulhos, o que é mais difícil de se obter com tubos de concreto.

6.4. DETENÇÃO E PERMEABILIDADE

A principal regra de uma boa prática de drenagem urbana sustentável é reduzir o escoamento superficial minimizando as superfícies impermeáveis da cidade e dividindo a captação para evitar a concentração de grandes volumes de água em um ponto (CASTRO FRESNO et al, 2005).

Deste modo, a retenção e a infiltração das águas pluviais devem ser incentivadas e disciplinadas para que se realizem nas unidades imobiliárias as intervenções necessárias para a implantação dessas alternativas.

Recomenda-se o uso de incentivo fiscal para a manutenção de um maior percentual de solos permeáveis, sendo que as obras públicas, praças e calçadas, devem ser direcionadas para uma valorização da permeabilidade do solo, Figura 44.

Figura 44: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos.



Fonte: Reprodução/Rhino Pisos.

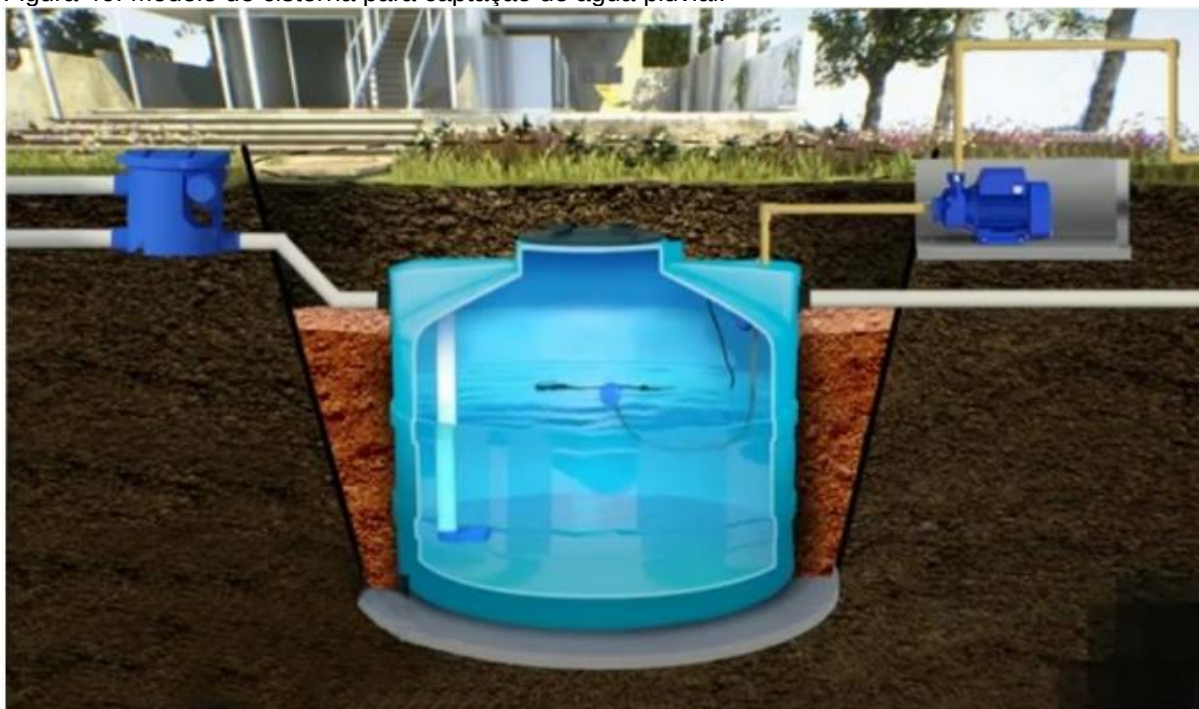
A implantação de cisternas, Figura 45, para a coleta e reservação das águas pluviais, pode diminuir ou até evitar alagamentos e a sobrecarga da rede pluvial, sendo uma boa alternativa para retenção dessas águas. A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15527 (ANBT, 2019) e regulamentações específicas do Município.

Figura 45: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Sempre Sustentável, sem data.

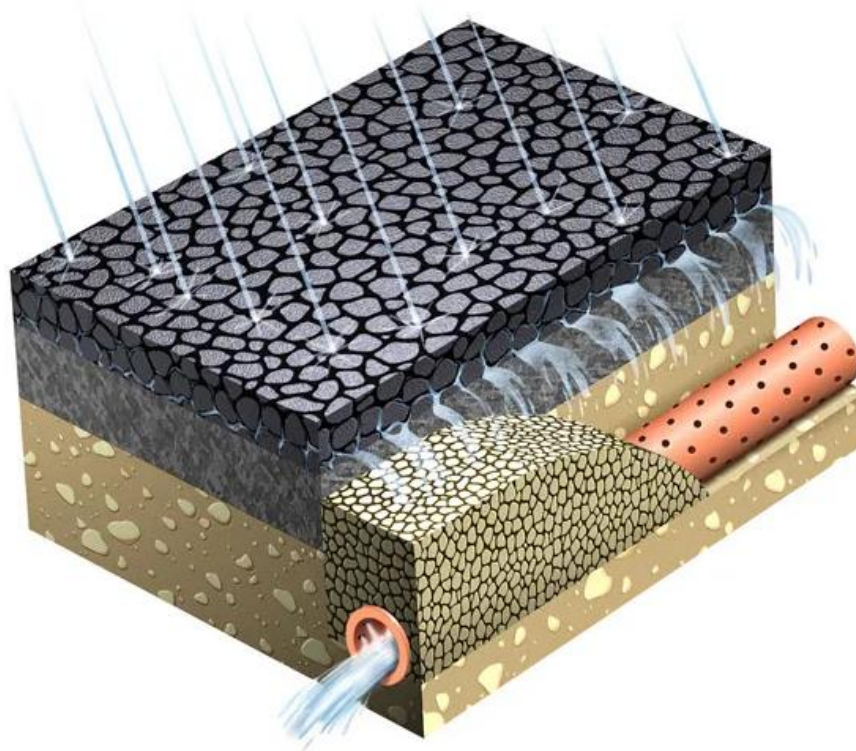
Figura 46: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Valmaster (2018).

Outro modo para diminuir o escoamento superficial, são as pavimentações permeáveis, que contribuem para a diminuição dos problemas de inundações urbanas. Este tipo de pavimento consegue absorver grande parte da água fazendo com que ela fique retida por mais tempo possibilitando um fluxo menor nos cursos hídricos que recebem a água da chuva evitando enchentes e diminuindo os alagamentos (Figura 47).

Figura 47: Exemplo de sistema de asfalto permeável.



Fonte: Pinheiro (2019).

6.5. REMUNERAÇÃO DOS SERVIÇOS

A cobrança específica pela prestação do serviço de drenagem é fundamental enquanto política pública para o planejamento sustentável e a gestão das águas urbanas, porém atualmente este serviço não gera receita.

Atualmente o serviço de drenagem recebe recursos do orçamento geral do município, oriundo de impostos. A adoção de taxa exclusiva de drenagem permitirá cobrar efetivamente pelo uso. Considera-se uso, neste caso, a impermeabilização do solo, responsável pela geração do aumento do escoamento superficial. De outra forma, a proposta poderia não ser de caráter punitivo (onera-se mais quem utiliza mais), mas de benefício (onera-se menos quem adotar medidas de controle do escoamento superficial em sua propriedade).

A manutenção do sistema de drenagem necessita de equipes estruturadas para a atuação preventiva que assegurem a funcionalidade de bocas de lobo, redes, galerias e córregos, assim como de investimentos significativos. Visando a sustentabilidade financeira do sistema de drenagem, as taxas de drenagem quando

estabelecidas devem ter previsão de recursos para a manutenção e investimentos necessários.

A aplicação de uma taxa de drenagem é uma forma de sinalizar ao usuário a existência de um valor para os serviços de drenagem urbana e que estes custos variam de acordo com a impermeabilização do solo (GOMES *et al.*, 2008). Como o serviço é ofertado igualmente a todos os usuários, é difícil estabelecer um valor a ser cobrado pelo uso destes serviços.

De acordo com Tucci (2002), uma propriedade totalmente impermeabilizada gera 6,33 vezes mais volume de água do que uma propriedade não impermeabilizada, ou seja, essa propriedade sobrecarregará o sistema de drenagem seis vezes mais que uma não impermeabilizada. É prudente considerar que a taxa pelos serviços de drenagem de um lote impermeabilizado seja mais alta que a de um lote não impermeabilizado, devido à sobrecarga. Os custos variarão, portanto, em função da área de solo impermeabilizada. A adoção da cobrança proporcional à área impermeabilizada, ponderada por um fator de declividade, gera uma individualização da cobrança, permitindo a associação, por parte do consumidor, a uma efetiva produção de escoamento superficial. Este embasamento físico torna a cobrança mais facilmente perceptível para o consumidor, possibilitando a criação de uma taxa correspondente para cada usuário (BAPTISTA & NASCIMENTO, 2002).

Para fins de parâmetro de comparação, destacamos o valor estipulado pelo *Urban Drainage and Flood Control District*, que faz a gestão de drenagem e proteção contra cheias da região metropolitana de Denver, no Colorado, EUA. O valor máximo de cobrança é de 0,1% sobre o valor venal da propriedade, mas o que tem sido cobrado varia de 0,06 a 0,07% (LARENTIS, 2017).

6.6. ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÕES DAS ÁREAS-PROBLEMA DIAGNOSTICADAS

A seguir são apresentadas algumas alternativas para solucionar as áreas-problema identificadas no Município, relativas ao sistema de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas, considerando o cenário atual, sem o cadastro. Enfatiza-se que em todos os casos, se faz necessária a elaboração de projeto de drenagem de

águas pluviais, que deverá levar em consideração o cadastro completo do sistema e o Plano Diretor de Drenagem Urbana.

Cabe salientar que o Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas é um serviço que não tem sustentabilidade financeira (não é cobrado), sendo assim, a realização das intervenções e obras apontadas, principalmente de macrodrenagem, pode ser condicionada a disponibilidade de recursos de fundo perdido.

6.6.1. AP-01 – Prolongamento da Rua Ângelo Biazussi

Deve ser providenciada a implantação do sistema de microdrenagem devidamente dimensionado e pavimentação da via, posteriormente deve ocorrer manutenção regular do sistema.

6.6.2. AP-02 – Rua Privato Mafioletti

Deve ser realizada a desobstrução da boca de lobo e da rede de microdrenagem. Caso essa interferência não resolva o problema, as dimensões da rede de microdrenagem e da boca de lobo devem ser adequadas.

6.6.3. AP-03 – Rua Arthur Francisco Fergutz

Esta área problema deve ter suas bocas de lobo adequadas, tanto em posição quanto em quantidade e no final da rede deve ser instalado um dissipador de energia para reduzir a velocidade de escoamento na saída da rede, reduzindo os riscos de erosão no local do próprio dispositivo ou na área adjacente.

6.6.4. AP-04 – Rua Luiza Scandolaro Rancatti

O dimensionamento da rede de microdrenagem e das bocas de lobo das Ruas Luiza S. Rancatti e Domingos Cateneo Fabro deve ser reavaliado e adequado para reduzir a ocorrência de alagamentos durante eventos com chuvas intensas.

6.6.5. AP-05 – Rua Rio de Janeiro esquina com a Rua Leoberto Leal

A Rua Rio de Janeiro recebe contribuição da Rua Monte Castelo, da Rua Justina Bodanesse Moreto e da Rua Leoberto Leal, deste modo todas essas ruas devem ser objeto de readequação no número e posição das bocas de lobo e o dimensionamento da rede de microdrenagem deve ser reavaliado e se constatado subdimensionamento, as redes devem ser substituídas por redes com diâmetros adequados.

6.6.6. AP-06 – Rua Lauro Müller

Esta área problema deve ser objeto de readequação no número e posição de bocas de lobo, o dimensionamento da rede de microdrenagem deve ser reavaliado e, se constatado subdimensionamento, a rede deve ser substituída.

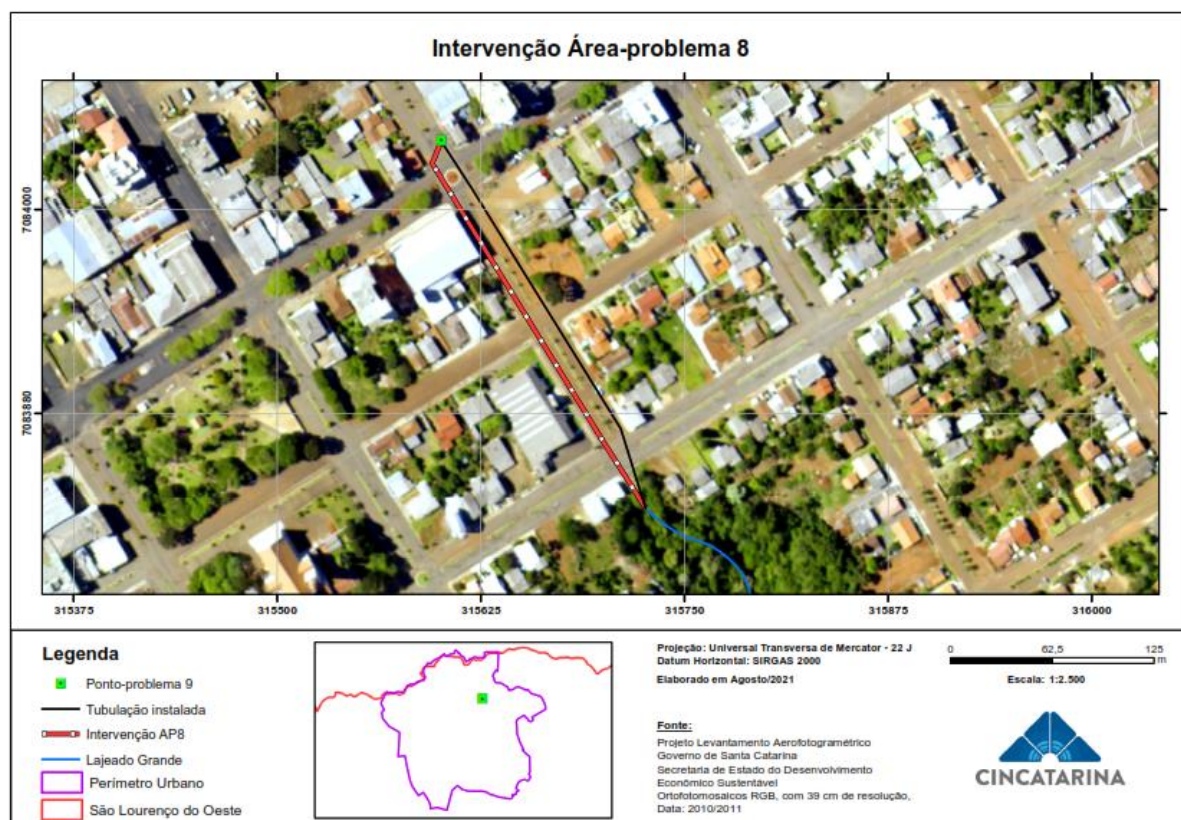
6.6.7. AP-07 – Rua Frei Alfredo João Lazzarotto esquina com a Avenida Ernesto Beuter

A Rua Frei Alfredo João Lazzarotto e a Avenida Ernesto Beuter devem ser objeto de readequação no número e posição das bocas de lobo, o dimensionamento das redes de microdrenagem devem ser reavaliados e, se constatado subdimensionamento, elas devem ser substituídas por redes com diâmetros adequados.

6.6.8. AP-08 – Rua Zeno Germano Etges esquina com a Rua Brasil

Deve ser realizado levantamento do trajeto e das características estruturais do canal, devendo ser avaliada a viabilidade de instalação de uma tubulação extravasora, que teria a função de escoar o excesso de água do Lajeado em períodos de maior precipitação. A tubulação extravasora poderia ser instalada a partir da esquina entre as duas ruas, indo em direção à Rua Coronel Bertaso, local onde a canalização do Lajeado Grande deságua.

Figura 48: Sugestão de trajeto para o extravasor do Lajeado Grande.



6.6.9. AP-09 – Rua Juraci Vilani

Nesta área problema, devem ser instaladas as infraestruturas de microdrenagem necessárias para o adequado escoamento das águas pluviais, deve também ser realizada implantação de pavimentação no trecho onde esta é inexistente.

6.6.10. AP-10 – Rua Salvino Porsch

Na Rua Salvino Porsch devem ser implantadas infraestruturas de microdrenagem.

6.6.11. Vias não pavimentadas

Como já apresentado no item 4.7, o perímetro urbano possui uma extensão aproximada de vias não pavimentadas de aproximadamente 6,38 Km que equivalem a cerca de 5% das vias do perímetro urbano. Deste modo, a indicação é que as vias a serem pavimentadas tenham seu sistema de microdrenagem devidamente dimensionado e instalado para posterior pavimentação.

6.7. AÇÕES PROPOSTAS POR ÁREA-PROBLEMA

No Quadro 6, são apresentadas sugestões para as ações a serem tomadas em relação às AP encontradas no município, para os dez pontos levantados.

Quadro 6: Proposta de ações a serem tomadas nas AP.

Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04	AP-05	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AP-10
Elaboração de projetos básicos ou estudos preliminares e projetos executivos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Implantação de obras de microdrenagem	x								x	x
Implantação de obras de macrodrenagem								x		
Cadastro dos dispositivos existentes		x	x	x	x	x	x	x		
Monitoramento	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Definição de referenciais técnicos	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Desobstrução de dispositivos hidráulicos		x								
Recuperação física de dispositivos existentes										
Adequação ou melhoramento de dispositivos existentes		x	x	x	x	x	x	x		
Recuperação de pavimentos										

Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04	AP-05	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AP-10
Implantação de pavimentos	x								x	
Controle de processos erosivos			x						x	
Campanhas de educação pública ambiental	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Serviços de comunicação social	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Fiscalização	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Treinamento de mão de obra	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Criação de dispositivos legais	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Ação conjunta com outros componentes do saneamento ambiental	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x

Fonte: Adaptado de Silva Junior *et al.* (2018).

6.8. PROPOSTAS DE ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS

O Quadro 7 traz a relação da sugestão das propostas prioritárias de estruturação que devem ser tomadas pelo município.

Quadro 7: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas.

Tipo de ação	Demanda	AP envolvidas	Proposta de estruturação
Elaboração de projetos básicos ou estudos preliminares e projetos executivos	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Contratar estudos preliminares ou projeto básico de drenagem da cidade. Contratar projetos executivos para as AP para as AP mais problemáticas, depois dos projetos básicos.
Implantação de obras de microdrenagem	3	1, 9, 10	Realizar obras de microdrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
Implantação de obras de macrodrenagem	1	8	Realizar obras de macrodrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
Cadastro dos dispositivos existentes	7	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	São informações básicas para o planejamento de qualquer sistema de drenagem. Inclui número, locais e dimensões das bocas de lobo, diâmetro das tubulações, estimativas de vazões a captar por cada sistema, locais para amortecimento, retenção e detenção de vazões etc.
Monitoramento	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Programa de fiscalização e monitoramento periódicos dos dispositivos que compõem o sistema de drenagem, norteados os programas de manutenção e recuperação.
Definição de referenciais técnicos	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Elaboração ou implantação de manual técnico, assegurando o tratamento mais adequado a todas as intervenções relativas a melhorias do sistema e implantação de redes.
Desobstrução de dispositivos hidráulicos	1	2	Programa municipal de manutenção periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.

Tipo de ação	Demanda	AP envolvidas	Proposta de estruturação
Recuperação física de dispositivos existentes	0	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Programa municipal de recuperação periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.
Adequação ou melhoramento de dispositivos existentes	7	2, 3, 4, 5, 6, 7, 8	Resultado das etapas de monitoramento, manutenção e recuperação dos dispositivos, em consonância com estudos preliminares/projeto básico de drenagem.
Recuperação de pavimentos	0		Não foram apontados problemas pertinentes relativos à recuperação de pavimentos nos locais apontados como AP.
Implantação de pavimentos	2	1, 9	Implantação de pavimentos e sistema de microdrenagem adequados aos projetos contratados nas ruas das AP.
Controle de processos erosivos	2	3, 9	Realizar obras cuja finalidade primordial é evitar ou reduzir a energia do escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos.
Campanhas de educação pública ambiental	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Desenvolver programas de educação ambiental sobre a importância do monitoramento da situação dos dispositivos de drenagem, os danos que a má operação da drenagem urbana podem causar à saúde, bem como sobre a interferência do manejo inadequado dos resíduos sólidos no sistema e os problemas causados pela disposição irregular de esgotamento sanitário nos dispositivos do sistema de drenagem.
Serviços de comunicação social	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Disponibilizar canal de contato direto entre cidadãos e órgãos públicos responsáveis pela drenagem urbana, bem como canal para sugestões, críticas, denúncias etc.
Fiscalização	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Desenvolver rotinas de fiscalização de projetos e obras com interferências no sistema de drenagem.
Treinamento de mão de obra	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Capacitação técnica (teórica e prática) de toda a equipe municipal responsável pelo sistema de drenagem, permitindo-os analisar os estudos e os projetos propostos para execução, manutenção e operação do sistema, bem como capacitação de pessoal para orientação da população.

Tipo de ação	Demanda	AP envolvidas	Proposta de estruturação
Criação de dispositivos legais	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Instituir servidões de passagem, faixas sanitárias, áreas de uso restrito para implantação e manutenção, e condicionantes para parcelamento do solo.
Ação conjunta com outros componentes do saneamento ambiental	10	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10	Monitoramento e fiscalização da situação do sistema de drenagem com relação a interferências causadas pela disposição irregular de esgotos e resíduos sólidos.

Fonte: Adaptado de Silva Junior *et al.* (2018).

Um aspecto muito importante na garantia das obras implantadas é a manutenção das estruturas que compõem o sistema hidráulico, pois muitas vezes pequenas intervenções de engenharia ao longo da vida do sistema de drenagem/contenção, feitas adequadamente, evitam ou impedem o colapso. A conscientização de todos na conservação das obras implantadas é fundamental na garantia do seu bom funcionamento.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS E RECOMENDAÇÕES

A revisão periódica do plano municipal de saneamento básico é uma ferramenta ativa de planejamento e gestão e deve ser elaborada seguindo o que determina a Lei Federal nº 11.445/2007.

O processo de revisão deve assimilar o aprendizado obtido nos anos de implementação do plano anterior, com relação às metodologias de gestão e monitoramento, estratégias, soluções e ações aplicadas, por este motivo foi realizada a verificação da execução das proposições e metas do PMSB 2010.

Realizando esta leitura, foi possível verificar que algumas proposições não foram atendidas pela municipalidade, tais como: ausência de projeto básico de drenagem da cidade, falta de revisão da legislação e regulamentações relativas a drenagem, falta de incentivo à permeabilidade dos solos, falta de programa de educação sanitária e ambiental, falta de adequação operacional, falta de cadastro georreferenciado do sistema de micro e macrodrenagem, ausência de política de ocupação de várzeas e divulgação de áreas de risco potencial, falta de limpeza e manutenção periódicas das redes e falta de programa de conscientização relacionado a impermeabilização dos terrenos.

Em relação ao atual modelo de gestão do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais praticado no município, pôde-se observar que este, apresenta inviabilidade econômica, indicando que os procedimentos e processos relacionados ao sistema devem ser revistos. A busca pela sustentabilidade econômica deve ser constante, tanto para o cumprimento da legislação quanto para a saúde financeira do município.

É importante destacar que o ente municipal responsável pela gestão dos serviços exerça toda a autoridade que os dispositivos legais lhe permitem para a implementação da cobrança da taxa de drenagem quanto a aplicação de medidas corretivas, no sentido de desenvolver ações que caracterizem a sua não omissão legal diante de possíveis não conformidades detectadas no sistema.

Assim, esta atualização serve de base para orientar as futuras ações da gestão pública, e para compatibilizar a estratégia de aplicação dos investimentos das ações vinculadas ao planejamento municipal.

Como conclusões deste relatório, para o estabelecimento de investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em etapa posterior desta revisão, destacam-se:

1. Elaborar o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem, atualizá-lo constantemente, e treinar o pessoal local para a manutenção e atualização contínua deste cadastro;
2. Elaborar Plano Diretor de Drenagem Urbana detalhando as soluções globais e localizadas, métodos construtivos e serviços a executar com o orçamento do custo das obras necessárias;
3. Realizar estudo para cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais, estabelecendo uma “Taxa de Drenagem”;
4. Realizar os estudos necessários para viabilizar tecnicamente as obras necessárias nas áreas-problema;
5. Evitar a canalização ou tubulação dos cursos d’água, mantendo as condições naturais de escoamento;
6. Desenvolver programas permanentes e promover ações de educação ambiental para a divulgação e a conscientização dos efeitos da impermeabilização e de incentivo à permeabilidade, dos conceitos de drenagem sustentável e do adequado uso do sistema de drenagem urbana;
7. Exercer as atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos de efluentes no sistema de drenagem urbana através das equipes de desobstrução de dispositivos hidráulicos. Quando identificados, exigir a adequação das edificações à legislação e às normas vigentes, especialmente quando da solicitação de alvará de reforma ou ampliação da edificação;
8. Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos.
9. Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;
10. Incentivar a coleta e o reaproveitamento das águas pluviais;
11. Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;
12. Minimizar o arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos;

13. Manter permanente fiscalização para evitar a ocupação ilegal de áreas inadequadas para uso urbano, por apresentarem elevado risco, como várzeas, margens de retenção de sedimentos, áreas de acomodação de águas, margens de cursos d'água, áreas de uso futuro previsto para componentes de drenagem urbana, entre outras;
14. Adequar a legislação de parcelamento do solo para que todos os loteamentos mantenham as vazões e as condições de escoamento preexistentes, reservando também faixas sanitárias quando pertinentes.
15. Estabelecer rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem, destacando a limpeza de redes, travessias e bocas de lobo.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, R. & RIBEIRO, R.R. Enchentes e Inundações. In: TOMINAGA, L.K; SANTORO, J; AMARAL, R. (Orgs.), **Desastres Naturais, conhecer para prevenir**. São Paulo: Instituto Geológico, p. 40-53. 2009.

BACK, Á. J. Informações climáticas e hidrológicas dos municípios catarinenses (com programa HidroClimaSC). Florianópolis, Epagri, 2020. 157p.

BAPTISTA, M. B. e NASCIMENTO, N. O. **Aspectos institucionais e de financiamento dos sistemas de drenagem urbana**. RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 7, nº 1, p29-49. 2002.

BAPTISTA, M., NASCIMENTO N., BARRAUD, S. **Técnicas compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH, 266 p. 2005.

BENINI, Rubens de Miranda e MENDIONDO, Eduardo Mario. Urbanização e Impactos no Ciclo Hidrológico na Bacia do Mineirinho. Floresta e Ambiente, 2015. Disponível em < <https://www.scielo.br/pdf/floram/v22n2/2179-8087-floram-22-2-211.pdf> >. Acesso em 07 de abril de 2021.

BRASIL. **Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979**. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras providências.

_____. **Lei nº. 11.445 de 5 de janeiro de 2007**. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei no 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências.

_____. **Lei Federal nº 12.527 de 18 de novembro de 2011**. Regula o acesso a informações previsto no inciso XXXIII do art. 5º, no inciso II do § 3º do art. 37 e no § 2º do art. 216 da Constituição Federal; altera a Lei nº 8.112, de 11 de dezembro de 1990; revoga a Lei nº 11.111, de 5 de maio de 2005, e dispositivos da Lei nº 8.159, de 8 de janeiro de 1991; 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.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução CONAMA Nº 237, de 19 de dezembro de 1997**. Conselho Nacional de Meio Ambiente regulamenta aspectos de licenciamento ambiental.

CONSEMA/SC. Conselho Estadual do Meio Ambiente/Santa Catarina. **Resolução CONSEMA nº 13, de 14 de dezembro 2012**. 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.

CPRM. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes, inundações e movimentos de massa: São Lourenço do Oeste, SC.** Serviço Geológico do Brasil – CPRM Departamento de Gestão Territorial – DEGET, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/18834>. Acesso em: 07 de abril de 2021.

DAEE/CETESB (1980). **Drenagem urbana**. 2ª ed., São Paulo, SP.

DCSBC – DEFESA CIVIL DE SÃO BERNARDO DO CAMPO. (2011). **Enchente, inundação, alagamento ou enxurrada?** Disponível em: <http://dcsbcsp.blogspot.com/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html> Acesso em: 05 de fevereiro de 2018.

CASTRO FRESNO, Daniel et al. Sistemas urbanos de drenaje sostenible (Suds). INCI, Caracas, v. 30, n. 5, p. 255-260, 2005. Disponível em http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000500004&lng=es&nrm=iso. Acesso em 07 de abril de 2021.

FORGIARINI, F.R.; SOUZA, C.F.; SILVEIRA, A.L.L. da; SILVEIRA, G.L.da; TUCCI, C.E.M. **Avaliação de cenários de cobrança pela drenagem urbana de águas pluviais.** In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 17, 2007. São Paulo. Anais eletrônicos. SBRH, 2007. Disponível em: <http://xa.yimg.com/kq/groups/24138517/89675186/name/drenagem+urbana+para+sustentabilidade.pdf>. Acesso em: 02 de setembro de 2018.

GOMES, C. A. B. M., BAPTISTA, M. B., NASCIMENTO, N. O. **Financiamento da Drenagem Urbana: Uma Reflexão.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 13, nº 3, p93-104. 2008.

HAUGHTON G, HUNTER C. Sustainable cities. London: Jessica Kingsley Publishers and Regional Studies Association; 1994. 357 p. Regional Policies and Development Series n. 7.

LARENTIS, D. **Problemas na drenagem urbana.** RHAMA. Disponível em <http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/problemas-na-drenagem-urbana/>. Acesso em 18 de outubro de 2020.

LEOPOLD, L.B. Hydrology for Urban Planning - A Guide Book on the Hydrologic Effects on Urban Land Use. USGS circ. 554, 18p. 1968.

MARSALEK, J. **The current state of sustainable urban stormwater management: an international perspective.** Japan and Taiwan International Workshop on Urban Regeneration 2005 - Air and Water. 2005. Disponível em: <http://www.recwet.t.u-tokyo.ac.jp/furumailab/crest/workshop05/june9pm_1.pdf> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - TABNET/DATASUS. Informações de saúde: Epidemiológicas e Morbidade. Disponível em: http://tabnet.datasus.gov.br/cgi/menu_tabnet_php.htm#. Acesso em 07 de abril de 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT). Disponível em: <<http://planodiretor.mprs.mp.br/arquivos/mapeamento.pdf>>.

PARANÁ. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Manual de Drenagem urbana Região Metropolitana de Curitiba- PR, VERSÃO 1.0.** Curitiba, 2002.

PINHEIRO, Igor. Descubra Tudo Sobre Asfalto Permeável. Disponível em: <<https://www.inovacivil.com.br/asfalto-permeavel/>>. Acesso em 07 de abril de 2021.

PORTAL DE TRANSPARÊNCIA. Disponível em: <<https://e-gov.betha.com.br/transparencia/01037-027/recursos.faces>>.

SANTA CATARINA. **Lei ordinária estadual nº 6.063, de 24 de maio de 1982.** Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano, e dá outras providências.

SANTA CATARINA. Plano Estadual de Recursos Hídricos. **Relatório Temático (RT-01): Detalhamento do plano de trabalho.** Fundo Estadual de Recursos Hídrico (Fehidro), Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável (SDS). E. revisada, 152 p. 2007

SANTA CATARINA. Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERHSC). Florianópolis, 2017.

SANTOS JÚNIOR, V. J. dos. **Avaliação da drenagem pluvial da bacia hidrográfica do córrego Cintra em Montes Claros/MG.** 2013. 84 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental) – Faculdade de Ciências Exatas e Tecnológicas Santo Agostinho – FACET, Montes Claros, 2013.

SDS/SC. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina. **Levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina.** Florianópolis. 2010. Disponível em <sigsc.sds.sc.gov.br/>. Acesso em 12 de setembro de 2010.

SILVA, B. J. da.; PEREIRA, O. S.; ASSIS, W. A. V. de; MORAES, L. R. S. **O Componente Drenagem Urbana no Plano Municipal de saneamento Ambiental de Alagoinhas, Bahia, 2004.** Disponível em: <<http://servicos.semasa.sp.gov.br/admin/biblioteca/docs/PDF/35Assemae126.pdf>> Acesso em 24 de setembro de 2019.

SILVA JUNIOR, M.A.B et al. **Avaliação dos indicadores de fragilidade do sistema de drenagem urbana de um bairro em Olinda-PE.** In: XII ENAU - Encontro Nacional de Águas Urbanas, Maceió – AL, 2018.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES HIDROLÓGICAS (SNIRH). **Agência Nacional de Águas.** Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/publico/medicoes_historicas_abas.jsf>. Acesso em 18 de setembro de 2020.

SOUZA, C. F. **Mecanismos técnico-institucionais para a sustentabilidade da Drenagem Urbana.** Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Porto Alegre. BR-RS, 193 p. 2005. Disponível em <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/6727/000489126.pdf?sequence=1>> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

TUCCI, C.E.M; COLLISCHONN, W. 1998. **Drenagem urbana e Controle de Erosão.** VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão, 1998. Presidente Prudente, São Paulo

TUCCI, C. E. M. **Gerenciamento da Drenagem Urbana.** RBRH – Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre: ABRH, vol. 7, nº1. p5-27. 2002.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). **Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices.** Washington, DC. 1999. Disponível em: <https://www.epa.gov/sites/production/files/2015-11/documents/urban-stormwater-bmps_preliminary-study_1999.pdf> Acesso em 01 de fevereiro de 2018.

Weschenfelder, A. B.; Pickbrenner, K; Pinto, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações-Intensidade-Duração Frequência; Município: São Lourenço do Oeste, SC.** Porto Alegre: CPRM, 2018.

9. ANEXOS

Sistema de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas

ANEXO 01 – Índice de Fragilidade das Áreas-problema



Natureza	Indicadores	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04	AP-05	AP-06	AP-07	AP-08	AP-09	AP-10
Institucional	Elevação dos gastos com manutenção e conservação;	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Encarecimento das soluções técnicas;	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Perda de credibilidade da administração pública;	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
	Ausência de manutenção regular do sistema de drenagem urbana;	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
IGF Institucional		1	4	4	4	4	4	4	4	1	0
Tecnológico	Inexistência de pavimentação	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Deterioração física dos equipamentos de drenagem;	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Ineficiência do escoamento nos eixos viários	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Inexistência de diretrizes para a execução das estruturas de drenagem urbana	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ineficiência dos dispositivos de coleta	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Ineficiência da capacidade de transporte pelos condutos	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Redução da vida útil das estruturas de drenagem	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Redução da vida útil dos pavimentos	0	1	1	1	1	1	1	1	0	0
	Incompatibilização das curvas verticais nos cruzamentos viários;	0	0	0	1	1	1	1	0	0	0
	Passeios e/ou calçadas totalmente impermeabilizadas	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0
	Interferência no escoamento das águas pluviais no corpo receptor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
IGF Tecnológico		2	12	12	14	14	14	14	16	8	2
Ambiental	Ocorrência de alagamentos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ausência de dispositivos de armazenamento e de áreas para a infiltração da água pluvial nos lotes	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Favorecimento da produção de sedimentos;	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	Possível erosão da pavimentação ou das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial;	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0
	Disposição de resíduos sólidos e deposição de sedimentos em vias públicas;	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
	Interação inadequada com esgoto nos equipamentos de drenagem;	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0
	Interferência no trânsito de veículos na ocorrência de alagamentos;	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Interferência no movimento de pedestres na ocorrência de alagamentos;	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Ocupações ribeirinhas na calha do corpo receptor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Assoreamento, presença de vegetação, resíduos sólidos e esgotos no corpo receptor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Canalização e revestimento da seção hidráulica do corpo receptor	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0
	Restrição à implantação de áreas de inundação;	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
IGF Ambiental		12	9	15	12	9	12	9	24	18	12
IGF 2021		15	25	31	30	27	30	27	44	27	14

Legenda: 0 - não contribui ; 1 - contribui

PLANO DE SANEAMENTO

A revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico elaborada pelo CINCATARINA é um documento técnico que contempla: a avaliação das metas do PMSB em vigor, a análise do crescimento populacional do município, a elaboração de diagnósticos e prognósticos dos serviços de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, o controle social através de órgão colegiado e da participação social e ainda a revisão das estimativas de investimentos, conforme Política Nacional de Saneamento Básico.

O Consórcio Interfederativo Santa Catarina CINCATARINA é um consórcio Público, Multifinalitário, constituído na forma de associação Pública com personalidade jurídica de direito público e natureza autárquica interfederativa.



CNPJ: 12.075.748/0001-32
www.cincatarina.sc.gov.br
cincatarina@cincatarina.sc.gov.br

Sede do CINCATARINA
Rua General Liberato Bittencourt, 1885, 13º Andar, Sala 1305,
Bairro Canto Florianópolis/Estado de Santa Catarina – CEP 88.070-800
Telefone: (48) 3380 1620

Central Executiva do CINCATARINA
Rua Nereu Ramos, 761, 1º Andar, Sala 01, Centro
Fraiburgo/Estado de Santa Catarina – CEP 89.580-000
Telefone: (48) 3380 1621