

PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO

1ª Revisão
Abelardo Luz | SC



Produto 05

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



**PRIMEIRA REVISÃO
PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO
ABELARDO LUZ – 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 Abelardo Luz, identificar áreas-problema, avaliar as metas propostas pelo PMSB elaborado em 2014, bem como analisar a gestão dos serviços de drenagem urbana realizados no Município.

Abelardo Luz – Santa Catarina

Março 2022

ELABORADO PARA:**Município de Abelardo Luz**

CNPJ nº 83.009.886/0001-61

Avenida Padre João Smedt, nº 1605, Bairro Centro

CEP 89.830-000 – Abelardo Luz - 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

COORDENAÇÃO**Maurício de Jesus**

Analista Técnico - IV

Engenheiro Sanitarista e Ambiental

CREA-SC 147737-1

EQUIPE DE APOIO**Celso Afonso Palhares Madrid Filho**

Coordenador de Atuação

Governamental

CREA 186645-0

Luiz Gustavo Pavelski

Gerente de Atuação

Governamental

CREA-SC 104797-2

Felipe Quintiere Maia

Analista Técnico - IV

Engenheiro Ambiental

CREA/SC 177123-1

Raphaela Menezes

Supervisora de Atuação

Governamental

CREA-SC 138824-3

Guilherme Müller

Assessor Geral

de Direção

CRBio03 053021/03-D

Raquel Gomes de Almeida

Supervisora de Atuação

Governamental

CREA-SC 118868-3

Ana Laís Fritsch Didomenico

Estagiária

Engenharia Ambiental e Sanitária

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Regiões hidrográficas do Estado de Santa Catarina.....	19
Figura 2 - Bacias hidrográficas da região hidrográfica RH2.	20
Figura 3: Sub-bacias hidrográficas de Abelardo Luz.....	21
Figura 4: Hidrografia do Perímetro Urbano.	22
Figura 5: Elevação do município de Abelardo Luz.	23
Figura 6: Elevação do perímetro urbano de Abelardo Luz.	23
Figura 7: Representação de situação de enchente, inundação e alagamento.....	25
Figura 8: Área 1 com risco de inundação em Abelardo Luz.	26
Figura 9: Área 2 com risco de inundação em Abelardo Luz.	27
Figura 10: Área 3 com risco de inundação em Abelardo Luz.	28
Figura 11: Área 4 com risco de inundação em Abelardo Luz.	28
Figura 12: Área 5 com risco de inundação em Abelardo Luz.	29
Figura 13: Área 6 com risco de inundação em Abelardo Luz.	30
Figura 14: Representação das vias pavimentadas e não pavimentadas do perímetro urbano.	34
Figura 15: Boca de lobo obstruída.	34
Figura 16: Boca de lobo parcialmente obstruída.	35
Figura 17: Precipitação média mensal do município de Abelardo Luz.	39
Figura 18: Área afetada por alagamentos.	42
Figura 19: Localização da AP-01.	43
Figura 20: Processo erosivo na margem esquerda da saída da tubulação.....	43
Figura 21: Localização da AP-02.	44
Figura 22: Área afetada por alagamentos.	44
Figura 23: Boca de lobo mal posicionada.	45
Figura 24: Localização da AP-03.	45
Figura 25: Localização da AP-04.	46
Figura 26: Edificação atingida pela enxurrada.	46
Figura 27: Via não pavimentada sem sistema de microdrenagem.....	47
Figura 28: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos.	53
Figura 29: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.	54
Figura 30: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.	54
Figura 31: Exemplo de sistema de asfalto permeável.....	55

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Áreas das sub-bacias inseridas no município de Abelardo Luz.	21
Tabela 2: Fatores que afetam o sistema de drenagem pluvial.	32
Tabela 3: Períodos de retorno em função da ocupação da área.....	37
Tabela 4: Parâmetros para o município de Abelardo Luz.	38
Tabela 5: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de Abelardo Luz.	38
Tabela 6: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP de Abelardo Luz.	47
Tabela 7: Doenças de veiculação hídrica no Município.	48
Tabela 8: Proposta de ações a serem tomadas nas AP.	58
Tabela 9: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas.	59

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	8
2	CONTEXTUALIZAÇÃO	9
2.1	IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO	9
2.2	O NOVO E ATUAL CONCEITO DE DRENAGEM	10
2.3	COMPONENTES DO SISTEMA DE DRENAGEM	12
3	LEGISLAÇÃO	14
3.1	ÂMBITO FEDERAL	14
3.2	ÂMBITO ESTADUAL	15
3.3	ÂMBITO MUNICIPAL	16
4	DIAGNÓSTICO	18
4.1	COLETA DE DADOS	18
4.2	HIDROGRAFIA MUNICIPAL	18
4.3	RELEVO	22
4.4	ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO	24
4.4.1	Descrição das áreas de risco	25
4.4.1.1	Área 1 com risco de inundação - Rua Egídio J. Guerra	25
4.4.1.2	Área 2 com risco de inundação - Rua Beira Rio, na margem esquerda do Rio Chapecó.....	26
4.4.1.3	Área 3 com risco de inundação - Avenida Getúlio Vargas, na margem esquerda do Rio Chapecó.....	27
4.4.1.4	Área 4 com risco de inundação - Rua Vereador Domingos Maciel, na margem esquerda do Rio Chapecó.....	28
4.4.1.5	Área 5 com risco de inundação - Rua Rigoberto Zandoná.....	29
4.4.1.6	Área 6 com risco de inundação - Avenida Castelo Branco.....	29
4.5	ESTRUTURA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM 30	
4.5.1	Sustentabilidade econômico-financeira	31
4.6	FUNCIONALIDADE DO SISTEMA DE DRENAGEM	32
4.7	REDES EXISTENTES E ÍNDICE DE COBERTURA	33
4.8	PROJETOS	35
4.9	INTENSIDADE, DURAÇÃO E FREQUÊNCIA – IDF	36
4.10	PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA.....	39

4.11	ÁREAS-PROBLEMA – AP.....	40
4.11.1	Metodologia para identificação das áreas-problema	40
4.11.2	Identificação das áreas-problema.....	42
4.11.3	Descrição das áreas-problema identificadas.....	42
4.11.3.1	AP-01 – Rua Nossa Senhora das Graças esquina com a Avenida Castelo Branco	42
4.11.3.2	AP-02 – Rua Arthur Jacob Neuls.....	43
4.11.3.3	AP-03 – Avenida Castelo Branco, 1495	44
4.11.3.4	AP-04 – Rua Sebastião da Silva Veiga, 625	45
4.12	Índice de Fragilidade do Sistema – IFS	47
4.13	Áreas com Risco de Poluição e/ou Contaminação	47
5	AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2014.....	49
6	PROGNÓSTICO	51
6.1	DA MATERIALIZAÇÃO DAS PROPOSTAS.....	51
6.2	CONFIABILIDADE E SEGURANÇA DAS SOLUÇÕES.....	52
6.3	MACRODRENAGEM.....	52
6.4	DETENÇÃO E PERMEABILIDADE	53
6.5	REMUNERAÇÃO PELOS SERVIÇOS	55
6.6	ALTERNATIVAS PARA SOLUÇÕES DAS ÁREAS-PROBLEMA DIAGNOSTICADAS	57
6.6.1	AP-01 – Rua Nossa Senhora das Graças esquina com a Avenida Castelo Branco	57
6.6.2	AP-02 – Rua Arthur Jacob Neuls.....	58
6.6.3	AP-03 – Avenida Castelo Branco, 1495	58
6.6.4	AP-04 – Rua Sebastião da Silva Veiga, 625	58
6.7	AÇÕES PROPOSTAS POR ÁREA-PROBLEMA	58
6.8	PROPOSTAS DE ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS.....	59
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	62
8	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	64
9	ANEXOS.....	68



1 INTRODUÇÃO

O presente relatório traz a revisão do Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Drenagem Urbana e Manejo de Águas Pluviais (Produto 5), parte integrante da 1ª Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Abelardo Luz, desenvolvido conforme Proposta nº 005/2020, firmada entre o Município de Abelardo Luz e o Consórcio Interfederativo Santa Catarina - CINCATARINA

Este relatório está dividido em dois momentos: a apresentação da atual situação do Município no que diz respeito à drenagem urbana e, posteriormente, a apresentação de propostas de ações para a solução das deficiências encontradas. Os impactos das cheias do Rio Chapecó, com medidas para o seu controle de vazão não estão contemplados neste documento.

2 CONTEXTUALIZAÇÃO

2.1 IMPACTOS DA URBANIZAÇÃO

Conforme dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios (PNAD) de 2015, aproximadamente 85% da população total do Brasil vivia em áreas urbanas naquele ano (IBGE, 2016).

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 das águas 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 pluvial.

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.

Tabela 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 se refere 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 detenção 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 de Abelardo Luz 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.

- Lei Federal nº 11.445, de 05 de janeiro de 2007.

Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico; cria o Comitê Interministerial de Saneamento Básico; altera as Leis nos 6.766, de 19 de dezembro

de 1979, 8.666, de 21 de junho de 1993, e 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; e revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978.

- 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.

- Decreto Federal nº 7.217, de 21 de junho de 2010.

Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências.

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

Regulamenta aspectos de licenciamento ambiental.

3.2 ÂMBITO ESTADUAL

- Lei Estadual nº 13.517, de 204 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.

- 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.

- Resolução CONSEMA nº 98, de 05 de julho de 2017.

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.

Resolução CONSEMA nº 128, de 8 de março de 2019.

Reconhece outras ações e atividades consideradas como eventuais e de baixo impacto ambiental, de acordo com Art. 3º, inciso X, alínea “k”, da Lei nº 12.651/2012.

3.3 ÂMBITO MUNICIPAL

- Lei Municipal nº 742, de 27 de novembro de 1989.

Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no município de Abelardo Luz e dá outras providências.

- Lei Municipal nº 743, de 27 de novembro de 1989.

Institui o código de obras do município de Abelardo Luz e contém outras providências.

- Lei Municipal nº 1.942, de 09 de novembro de 2009.

Ratifica o protocolo de intenções e autoriza o ingresso do município de Abelardo Luz no consórcio público denominado de Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), e dá outras providências.

- Lei Municipal nº 112, de 22 de julho de 2014.

Institui o Código Sanitário Municipal de Abelardo Luz - SC e dá outras providências

- Lei Municipal nº 2.408, de 19 de agosto de 2015.

Aprova e homologa o Plano Municipal de Saneamento Básico e dá outras providências

- Lei Municipal nº 2.438, de 08 de dezembro de 2015.

Institui a Política Municipal de Saneamento Básico, Estabelece a Política Municipal de Saneamento Básico do Município de Abelardo Luz - Estado de Santa Catarina 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/infraestruturas 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 foi historicamente tratado de modo superficial, com falhas no planejamento, execução e fiscalização das obras.

Além disso, como boa parte dos sistemas implantados no passado, e alguns presentes, foram planejados considerando um 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. Como consequência disso, esse comportamento tem se convertido em ônus econômico cada vez maior e representa muitos riscos para 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 básico que esteve disponível à população de 29/06/2020 a 31/07/2021;
- Visitas *in loco* às áreas-problemas;
- Realização de reunião comunitária no dia 06/07/2021;
- Informações repassadas pelo Município acerca da operação e manutenção do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, além de informações sobre estudos desenvolvidos.

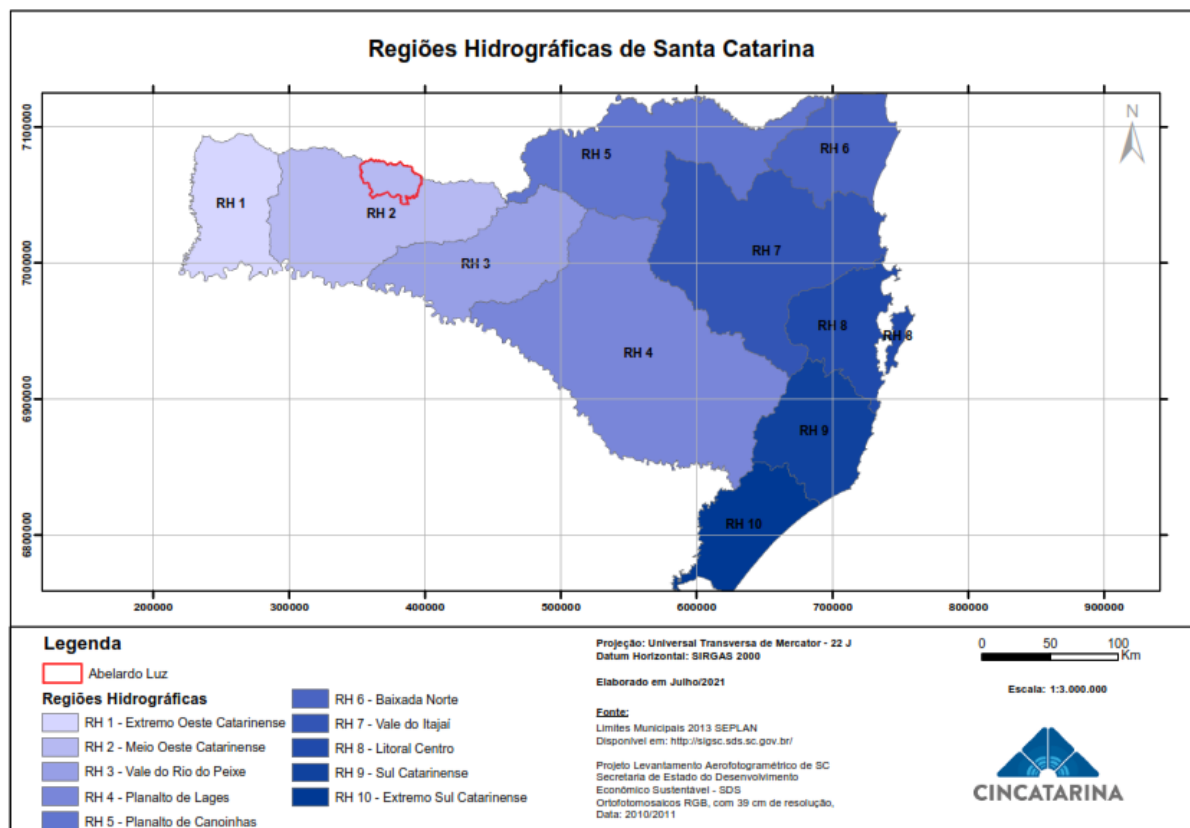
4.2 HIDROGRAFIA MUNICIPAL

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 Abelardo Luz está inserido na Região Hidrográfica Meio Oeste Catarinense (RH2). Segundo PERH/SC (2017), a RH2 está localizada no oeste de Santa Catarina, fazendo divisa com o Estado do Paraná ao norte, o Estado do Rio Grande do Sul ao sul, a RH1 a oeste, e a RH3 a leste. A RH2 é a 4ª maior RH de Santa Catarina, com uma extensão territorial de 10.784 km².

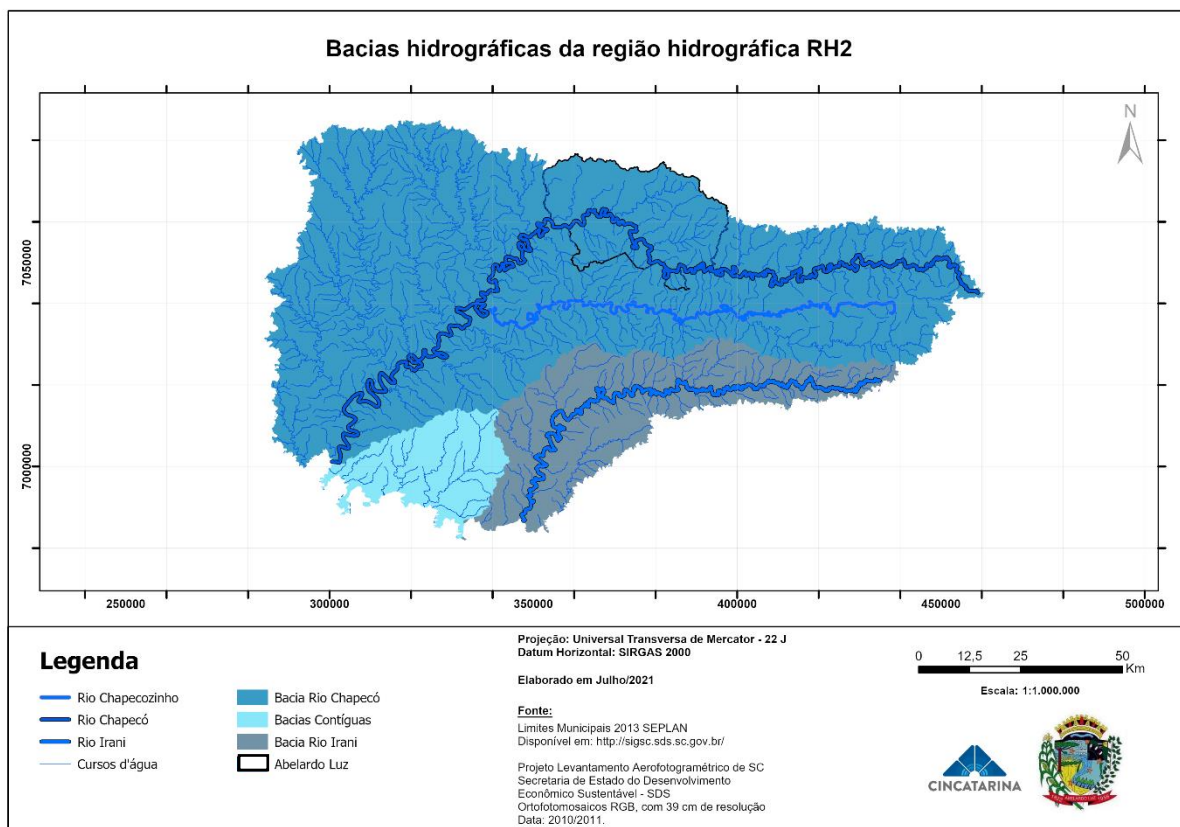
Na Figura 1 pode-se observar o município em relação às regiões hidrográficas.

Figura 1: Regiões hidrográficas do Estado de Santa Catarina.



A RH2 engloba a bacia hidrográfica do Rio Chapecó e a bacia hidrográfica do Rio Irani, além de bacias contíguas com sistemas de drenagem que escoam diretamente para o Rio Uruguai (Figura 2). O sistema de drenagem superficial apresenta cerca de 17.500 km de cursos d'água, o que representa uma densidade de drenagem considerada mediana (1,63 km/km²).

Figura 2 - Bacias hidrográficas da região hidrográfica RH2.

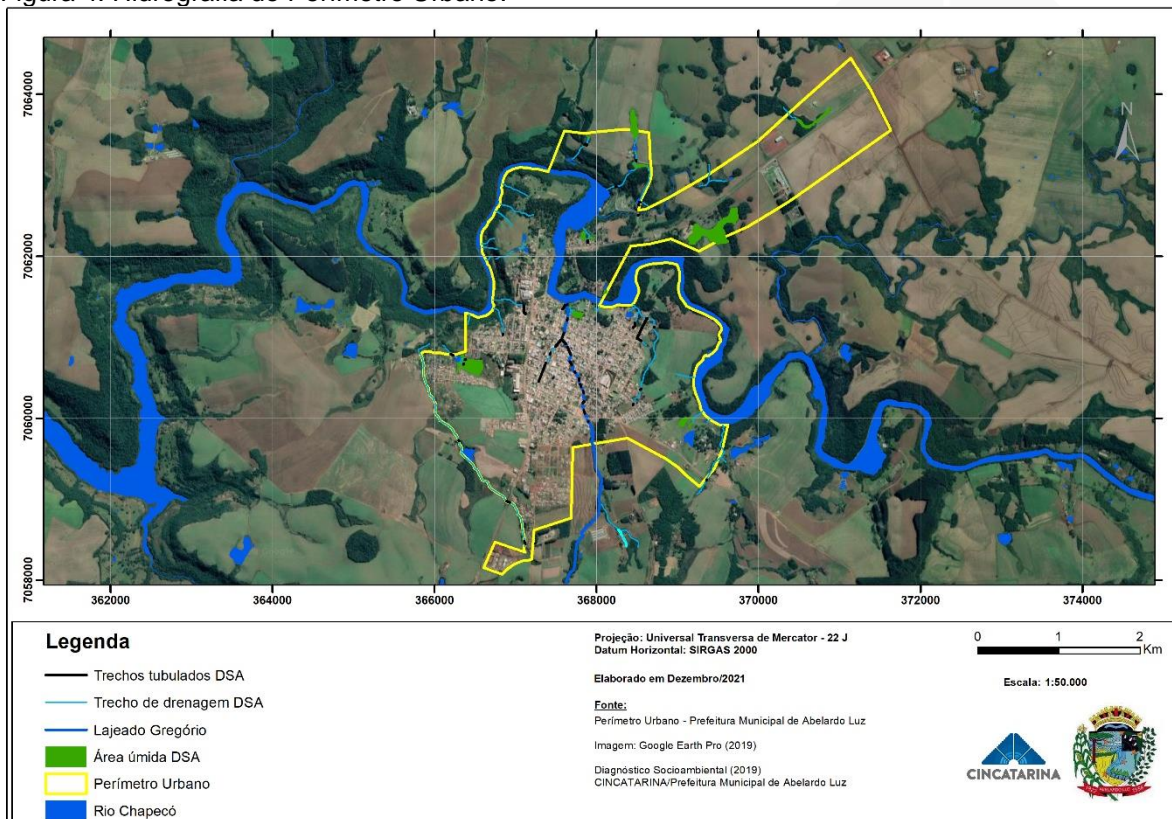


Segundo o levantamento aerofotogramétrico do Estado de Santa Catarina (SDS, 2010), o Rio Chapecó, curso d'água principal que corta o município de Abelardo Luz, possui uma extensão total de 446,75 Km, até desaguar no Rio Uruguai, na divisa entre os municípios de Águas de Chapecó e São Carlos. De toda a sua extensão, 90,60 Km estão inseridos nos limites municipais de Abelardo Luz.

Ainda segundo SDS (2010), Abelardo Luz apresenta outros recursos hídricos importantes, como o Rio São José, Rio Vermelho, Lajeado do Posto, Arroio Divisa, Rio Pacheco, Rio Emigra, Lajeado das Éguas, Lajeado Santa Rosa, Lajeado dos Porcos, e vários córregos, lajeados, ribeirões e rios que são responsáveis pela drenagem das sub-bacias ilustradas na Figura 3.

elaboração do Diagnóstico Socioambiental (2019) foi verificado que diversos cursos d'água localizados dentro do perímetro já sofreram intervenções em função do processo de urbanização, tendo sido parcialmente deslocados ou tubulados. No Lajeado Gregório, por exemplo, foram identificados 13 trechos tubulados.

Figura 4: Hidrografia do Perímetro Urbano.



4.3 RELEVO

O relevo das bacias tem grande influência sobre os fatores climáticos e hidrológicos, dado que a velocidade de escoamento superficial é definida pela declividade do terreno, enquanto fatores como a temperatura, a precipitação e a evaporação sofrem influência 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 5 apresenta o relevo (elevação) do município de Abelardo Luz, e a Figura 6 o relevo do perímetro urbano.

Figura 5: Elevação do município de Abelardo Luz.

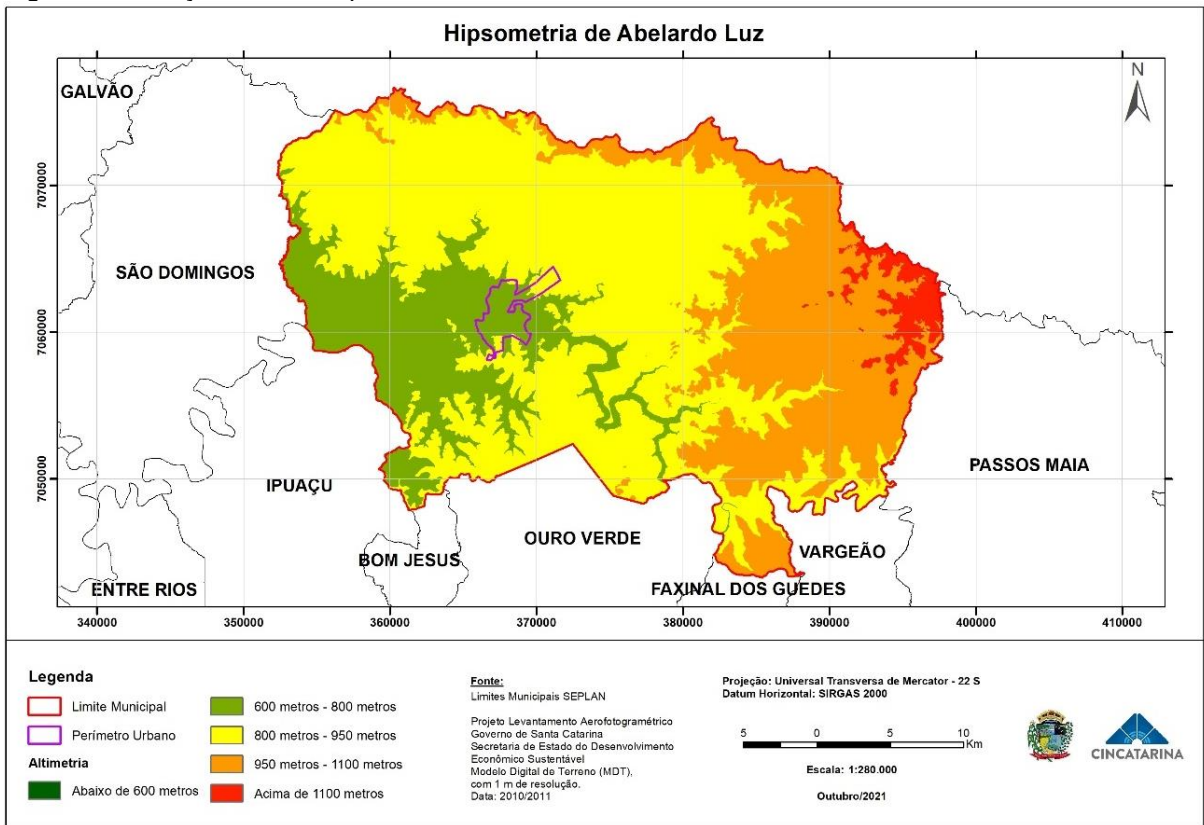
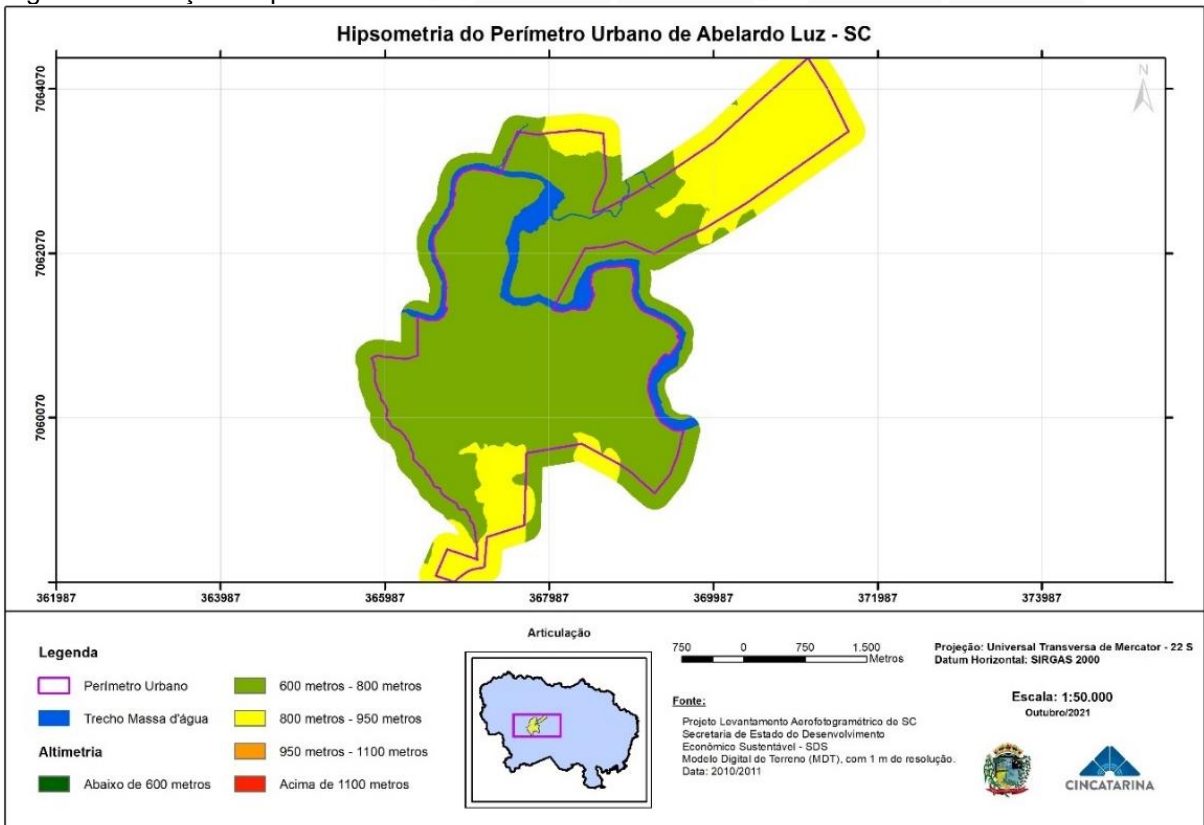


Figura 6: Elevação do perímetro urbano de Abelardo Luz.



4.4 ÁREAS DE RISCO DE INUNDAÇÃO

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 7 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 7: 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 2018, que visou a setorização de áreas em alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações, delimitou um total de 9 áreas, sendo 6 delas com risco de inundação, 1 delas com risco de tombamento e deslizamento e 2 delas com risco de deslizamento.

4.4.1 Descrição das áreas de risco

4.4.1.1 Área 1 com risco de inundação - Rua Egídio J. Guerra

A área foi classificada pelo CPRM (2018) como de alto risco de inundação, sendo que na época do levantamento, 9 imóveis e 36 pessoas podiam ser afetados.

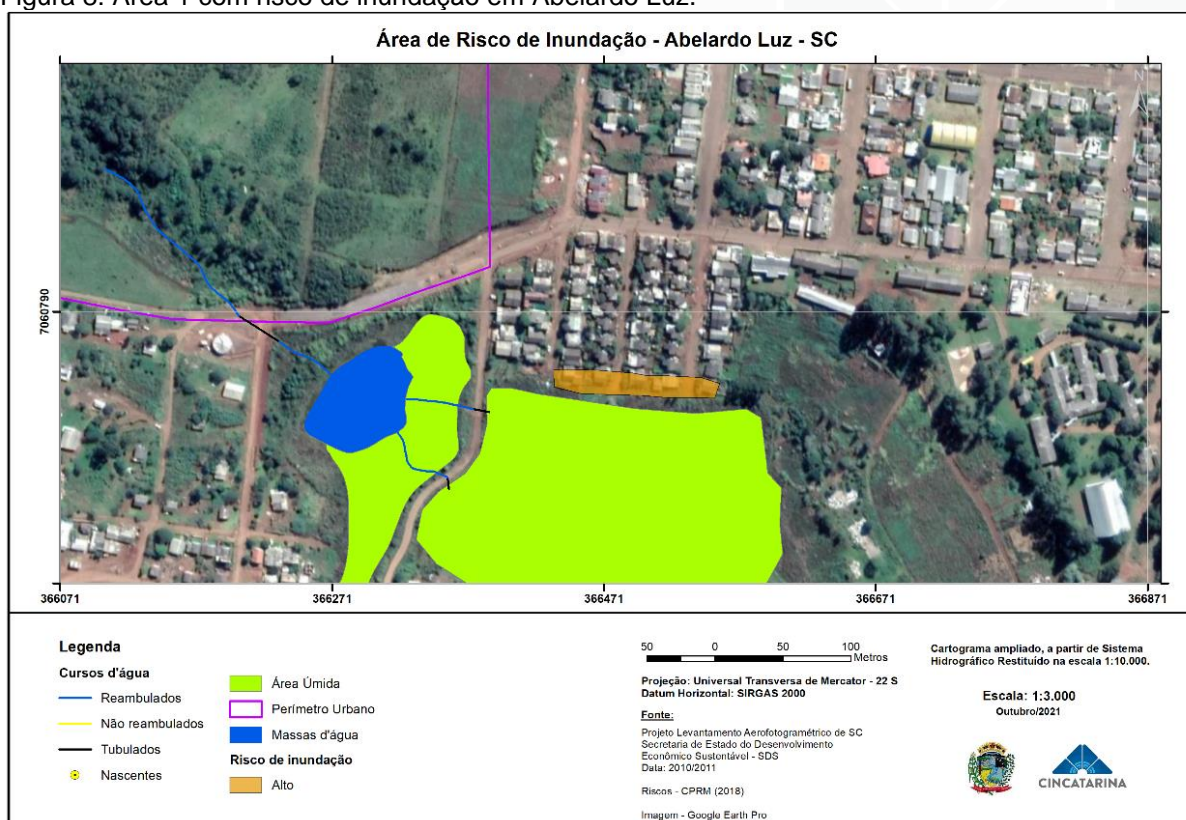
A região foi caracterizada pela presença de construções sobre um aterro, que adentra a planície de inundação de um pequeno córrego, o que em períodos de grande precipitação leva a eventos de inundação desta área. A ocupação sem a devida infraestrutura de sistemas de drenagem pluvial ou rede coletora de esgoto, e

implantação de aterros sem controle de compactação são fatores que agravam a situação (CPRM, 2018).

De acordo com o Diagnóstico Socioambiental, 2019, existe uma grande área úmida no local e as edificações se encontram muito próximas a esta região, algumas construídas a menos de 15 metros da área.

Através de método fotointerpretação², verificou-se que o número de edificações do local continua o mesmo (Figura 8).

Figura 8: Área 1 com risco de inundação em Abelardo Luz.



Fonte: Elaboração própria, a partir de CPRM (2018).

4.4.1.2 Área 2 com risco de inundação - Rua Beira Rio, na margem esquerda do Rio Chapecó

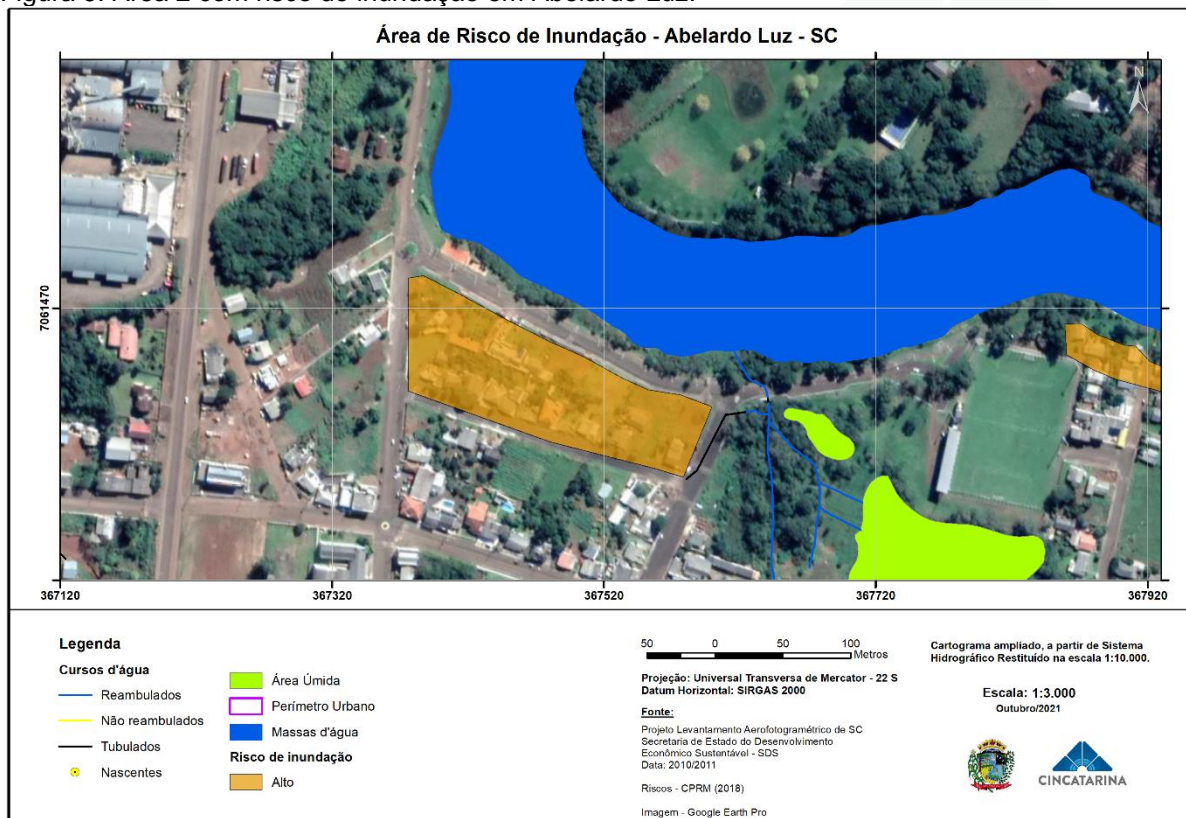
Em 2018, nesta área foram identificados 18 imóveis e 72 pessoas que podiam sofrer com eventos de inundação. A região foi classificada como de risco alto de inundação, pois as construções foram feitas sobre a planície de inundação na margem concava esquerda do Rio Chapecó. Estas planícies são áreas adjacentes aos rios que

² A fotointerpretação foi realizada através da imagem do Google Earth Pro (2019).

recebem aporte hídrico em períodos de cheia, logo em épocas de grande precipitação podem levar a eventos de inundação desta área.

Depois de analisar a região, foi verificado que existem 20 edificações nesta área de risco, Figura 9.

Figura 9: Área 2 com risco de inundação em Abelardo Luz.



Fonte: Elaboração própria, a partir de CPRM (2018).

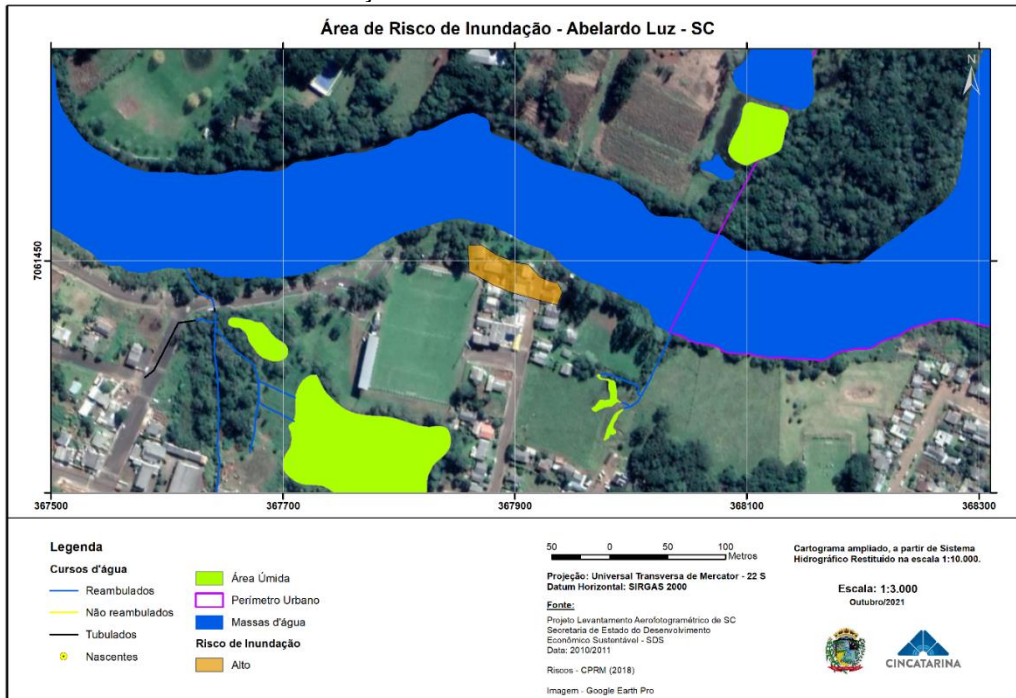
4.4.1.3 Área 3 com risco de inundação - Avenida Getúlio Vargas, na margem esquerda do Rio Chapecó

Assim como na área 2, esta região foi categorizada como de risco alto de inundação, pois as edificações foram construídas na planície de inundação na margem concava esquerda do Rio Chapecó.

Na época do levantamento, existiam 10 imóveis, 7 edificações e 40 pessoas podiam ser atingidas pela inundação (CPRM, 2018).

Nesses três anos, houve aumento no número de edificações no local, que passou de 7 para 8 edificações, Figura 10.

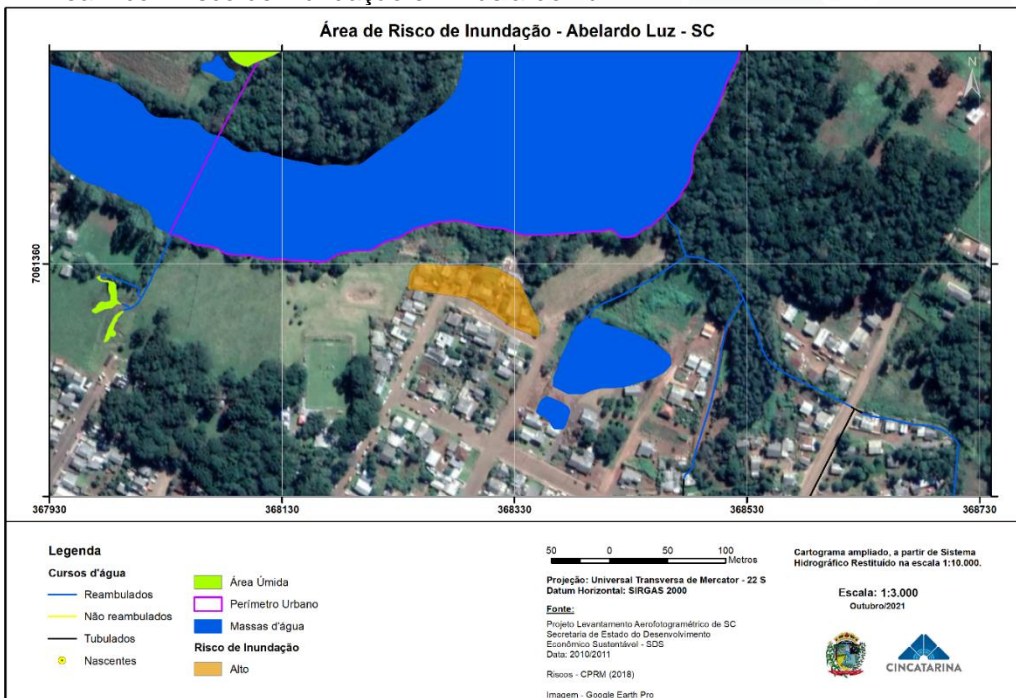
Figura 10: Área 3 com risco de inundação em Abelardo Luz.



4.4.1.4 Área 4 com risco de inundação - Rua Vereador Domingos Maciel, na margem esquerda do Rio Chapecó

Apresentando as mesmas características das áreas 2 e 3, esta região possuía em 2018, 12 imóveis construídos na planície de inundação do Rio Chapecó, sendo que 50 pessoas podiam ser afetadas (Figura 11).

Figura 11: Área 4 com risco de inundação em Abelardo Luz.

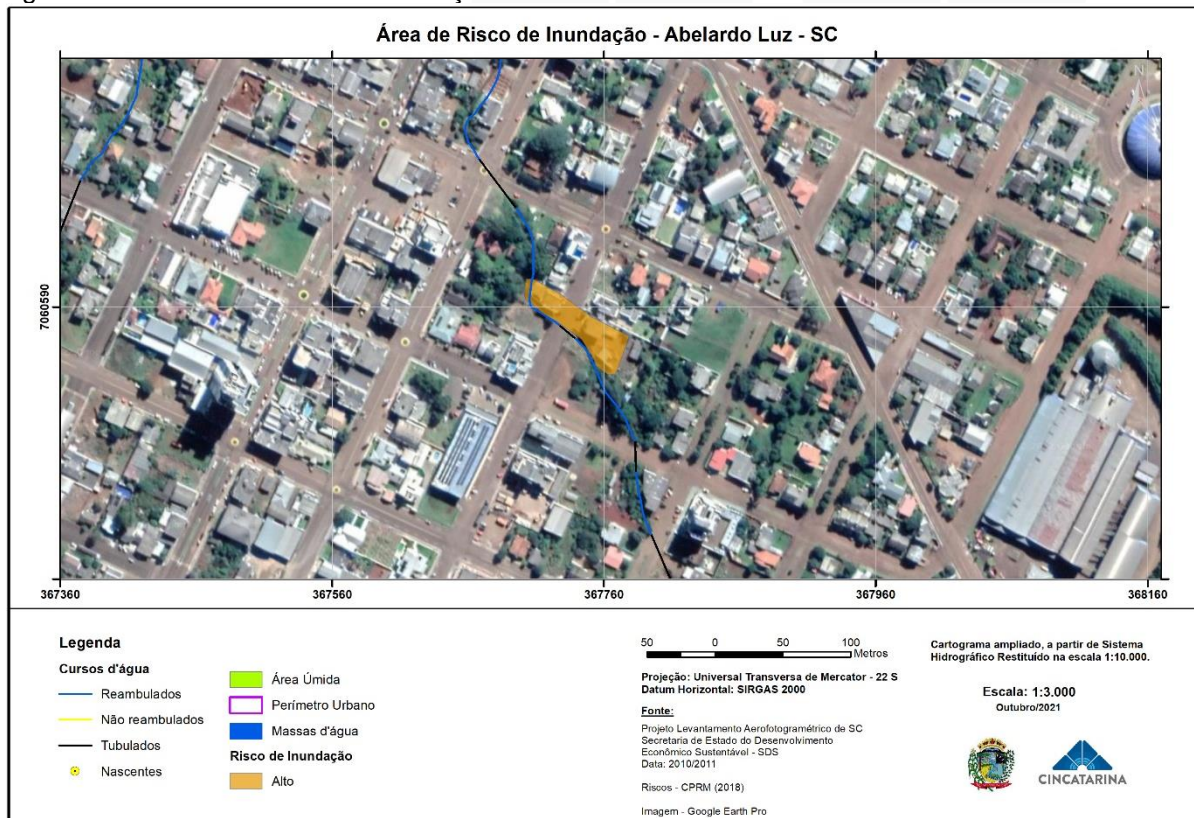


4.4.1.5 Área 5 com risco de inundação - Rua Rigoberto Zandoná

Conforme CPRM (2018), nesta área, observa-se que a ocupação foi feita mediante o aterramento das margens de um córrego. Este processo levou a estrangulação do corpo hídrico, não oferecendo espaço para o excesso de água fluvial em períodos de cheia. Em situações de chuvas de grande precipitação ou estacionárias, o estrangulamento deste córrego gera transtornos com inundações. Nota-se também o descarte inadequado de águas servidas, que pode gerar uma supersaturação e vir a comprometer o aterro local.

O grau de risco determinado para o local é alto, e na época, 10 imóveis e 40 pessoas podiam ser afetadas pelas inundações (Figura 12).

Figura 12: Área 5 com risco de inundação em Abelardo Luz.



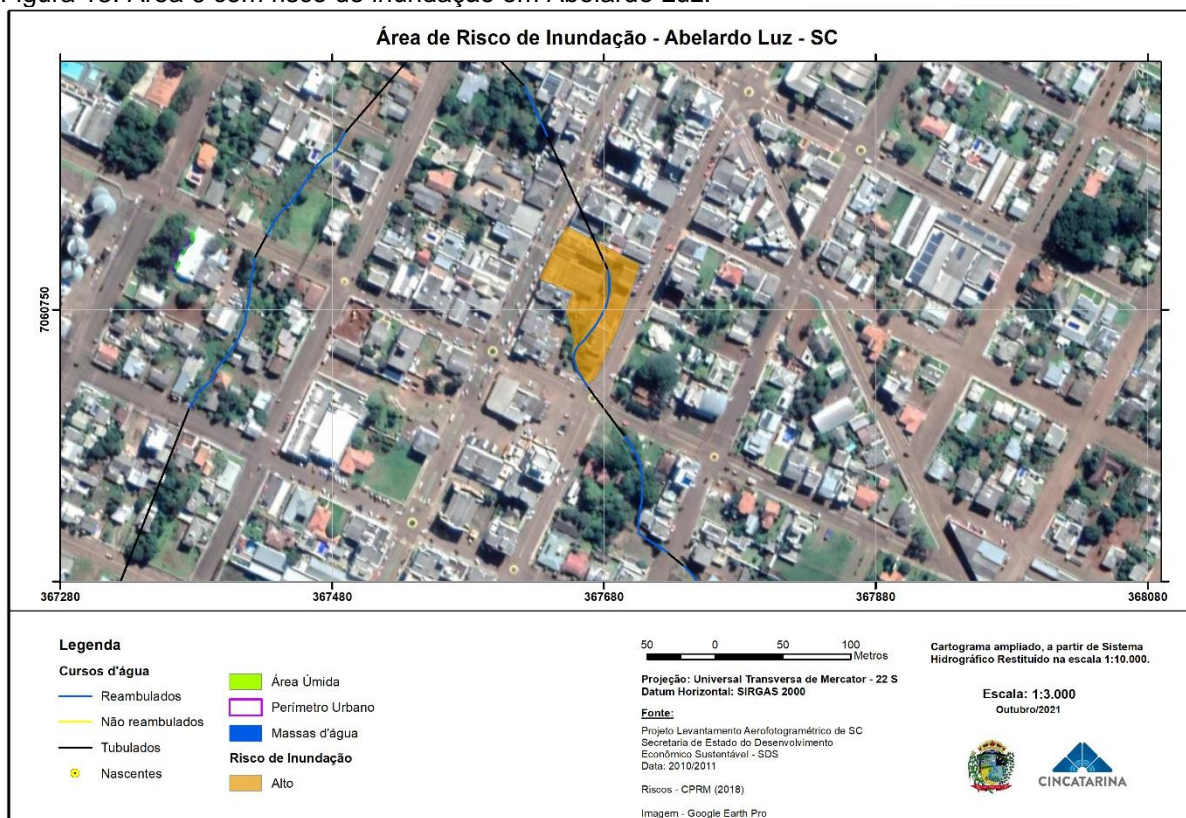
Fonte: Elaboração própria, a partir de CPRM (2018).

4.4.1.6 Área 6 com risco de inundação - Avenida Castelo Branco

Nesta área, observa-se que a ocupação foi feita mediante o aterramento das margens do Lajeado Gregório. Este processo levou a estrangulação deste curso d'água, que em períodos de cheia gera transtornos com inundações, pois as

edificações foram construídas muito próximas a ele. Nota-se também o descarte inadequado de águas servidas, que pode gerar uma supersaturação e vir a comprometer o aterro local (CPRM, 2018). Essas características resultaram na classificação de grau de risco do local como alto, sendo que em 2018, 10 imóveis e 40 pessoas podiam ser afetados pela inundação (Figura 13).

Figura 13: Área 6 com risco de inundação em Abelardo Luz.



Fonte: Elaboração própria, a partir de CPRM (2018).

4.5 ESTRUTURA, OPERAÇÃO E MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

A responsabilidade pela execução das obras e manutenção da drenagem urbana no Município é da Secretaria de Infraestrutura, através da Diretoria de Obras. O Município não possui equipe específica para a manutenção e operação do sistema de drenagem urbana, porém de acordo com a demanda, são designados servidores para realizarem os serviços relacionados ao sistema de drenagem. Para obras de maior porte, normalmente realizadas através de recursos captados, o município contrata através de processo licitatório empresas de engenharia para a realização do serviço.

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 Abelardo Luz, e requerem atenção especial de manutenção. Esses cursos d'água não devem continuar a ser tubulados e as travessias de vias urbanas devem preferencialmente ser realizadas com galerias ou bueiros celulares dimensionados para o adequado escoamento das águas, para manutenção e 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 inciso III do art. 29 e 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).

A Lei Municipal nº 2.438/2015 (Política Municipal de Saneamento Básico) dispõe em seu art. 6º inciso VII que:

Art. 6º A Política Municipal de Saneamento Básico orientar-se-á pelos seguintes princípios:
“(…)” VII - eficiência e sustentabilidade econômica;

Já, o art. 37º da mesma Lei descreve que “Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico financeira assegurada, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:

(...) I - de abastecimento de água e esgotamento sanitário: preferencialmente na forma de tarifas e outros preços públicos, que poderão ser estabelecidos para cada um dos serviços ou para ambos conjuntamente;

II - de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos urbanos: taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades;

III - de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.” (grifo nosso).

Todavia, o Código tributário promulgado através da Lei Complementar nº 17/2001 não prevê uma taxa para a prestação dos serviços de drenagem no sistema tributário do Município. Deste modo, não é realizada nenhum tipo de cobrança pelos serviços de drenagem urbana, inviabilizando o princípio fundamental da sustentabilidade econômica definido no inciso VII do art. 2º da DNSB.

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, Tabela 3.

Tabela 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;

Natureza	Fatores	Abordagem
		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.
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.

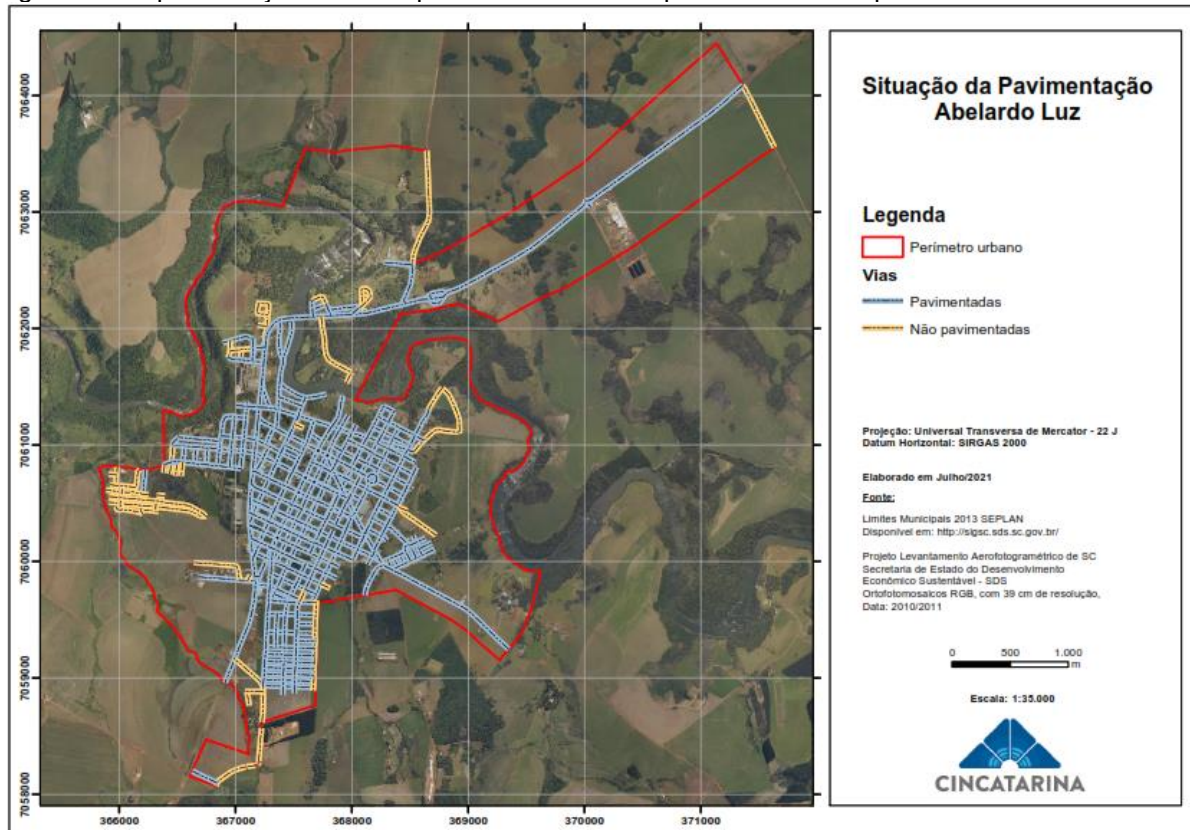
Fonte: Silva *et al.* (2004).

4.7 REDES EXISTENTES E ÍNDICE DE COBERTURA

De acordo com a Diretoria de Obras, não existem registros cadastrais da rede de drenagem, e cadastro de vias pavimentadas. Através de método de fotointerpretação, foi realizado o levantamento das vias pavimentadas e não pavimentadas do perímetro urbano, que posteriormente foi aferido e validado pelo Município.

A extensão de vias pavimentadas é de aproximadamente 64.870 m, que correspondem a cerca de 83% das vias urbanas, e a extensão de vias não pavimentadas é de aproximadamente 13.570 m que correspondem a cerca de 17% das vias do perímetro urbano, Figura 14.

Figura 14: Representação das vias pavimentadas e não pavimentadas do perímetro urbano.



Conforme levantado em campo, a maioria das ruas pavimentadas do Município contam com sistema de microdrenagem composto por meio-fio, sistema de captação (bocas de lobo), e condução das águas pluviais por tubulação subterrânea.

De acordo com o levantamento de campo, pode-se observar que existem várias bocas de lobo obstruídas, situação que pode causar alagamentos, Figura 15 e Figura 16. Assim, é muito importante que seja estabelecida uma rotina de manutenção periódica e preventiva para todos os componentes dos sistemas de drenagem, destacando a limpeza de redes, travessias e bocas de lobo.

Figura 15: Boca de lobo obstruída.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 16: Boca de lobo parcialmente obstruída.



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 preciso.

A Lei Complementar nº 742/1989, que dispõe sobre o parcelamento do solo urbano no município, define as ações relacionadas a aprovação de projetos pela prefeitura e a exigência de sistema de drenagem pluvial.

É importante destacar que não existe um manual oficial que oriente a elaboração de projetos de drenagem no município, definindo por exemplo o diâmetro mínimo das tubulações e padrão construtivo das bocas de lobo municipais. Porém, desde 2005, para a aprovação de novos projetos é solicitado aos empreendedores que as bocas de lobo tenham dimensões mínimas de 40cmx50cm e as tubulações de microdrenagem tenham no mínimo 400mm.

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 4, sugeridos pelo DAEE/CETESB (1980).

Tabela 4: 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
	Áreas comerciais e artérias de tráfego	5 a 10
Macrodrenagem	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. Por isso, 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 Abelardo Luz.

Para tanto, foram utilizados os dados da estação Abelardo Luz, código 02652000, que está localizada na Latitude 26°33'35"S e Longitude 52°19'37"O, na sub-bacia 73, sub-bacia dos rios Uruguai, Chapecó e outros. A estação pluviométrica está instalada no município de Abelardo Luz, a 1,9 km da sede urbana municipal. Ela encontra-se em operação desde 1957, para elaboração da IDF foi utilizado o período entre 1958 e 2017. Os dados para definição da equação IDF foram obtidos a partir dos dados diários de precipitação coletados em um pluviômetro modelo Ville de Paris até outubro de 2012 e por um pluviômetro modelo DNAEE instalado no mesmo local, a partir de novembro de 2012, ambos operados pelo CPRM–Serviço Geológico do Brasil.

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

$$i = \frac{aT^b}{(t + c)^d}$$

Onde:

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

T = período de retorno em anos;

t = duração da chuva em minutos;

a, b, c, d = parâmetros da equação determinados para cada local.

Na equação ajustada para Abelardo Luz, esses parâmetros têm os seguintes valores (Tabela 5):

Tabela 5: Parâmetros para o município de Abelardo Luz.

Parâmetros	10 min ≤ t < 24 horas
a	1082,8
b	0,1791
c	14,5
d	0,7828

Fonte: Weschenfelder, Pickbrenner e Pinto (2018).

Abaixo é apresentada a Tabela 6 construída a partir da fórmula ajustada para o Município, com intensidade das chuvas em mm/h para diferentes tempos de retorno e de duração.

Tabela 6: Intensidade da chuva, em mm/h, para o município de Abelardo Luz.

Duração (min)	Intensidade das chuvas em mm/h						
	Período de Retorno (anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
10	100,2	118,1	133,7	151,4	157,6	178,4	202,0
15	86,7	102,1	115,6	130,9	136,3	154,3	174,7
20	76,7	90,4	102,3	115,8	120,5	136,5	154,5
25	69,0	81,3	92,0	104,2	108,4	122,7	139,0
30	62,8	74,0	83,8	94,9	98,8	111,8	126,6
35	57,8	68,1	77,1	87,3	90,9	102,9	116,5
40	53,6	63,2	71,5	81,0	84,3	95,4	108,0
45	50,0	59,0	66,8	75,6	78,7	89,1	100,8
50	47,0	55,4	62,7	71,0	73,9	83,6	94,7
55	44,3	52,2	59,1	66,9	69,7	78,9	89,3
60	42,0	49,5	56,0	63,4	66,0	74,7	84,6
75	36,4	42,8	48,5	54,9	57,2	64,7	73,3
90	32,2	37,9	43,0	48,6	50,6	57,3	64,9
105	29,0	34,2	38,7	43,8	45,6	51,6	58,4
120	26,4	31,1	35,3	39,9	41,5	47,0	53,3
150	22,6	26,6	30,1	34,1	35,5	40,2	45,5
180	19,8	23,3	26,4	29,9	31,1	35,2	39,9

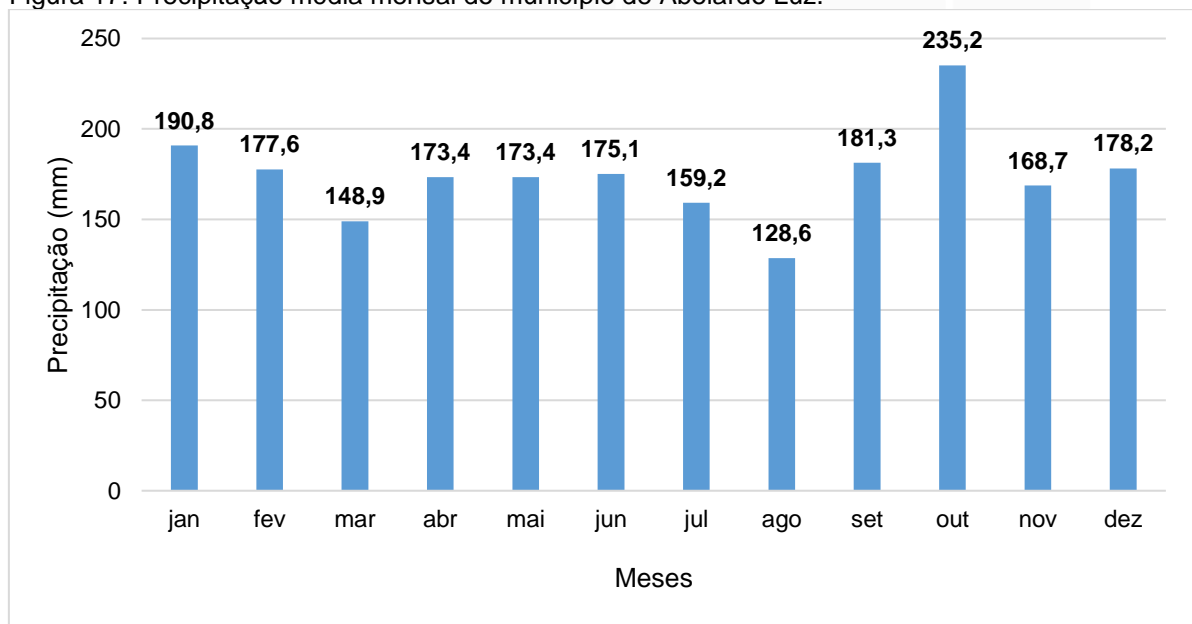
Duração (min)	Intensidade das chuvas em mm/h						
	Período de Retorno (anos)						
	2	5	10	20	25	50	100
240	16,0	18,9	21,4	24,2	25,2	28,6	32,3
300	13,6	16,0	18,1	20,5	21,4	24,2	27,4
360	11,9	14,0	15,8	17,9	18,6	21,1	23,9
420	10,6	12,4	14,1	15,9	16,6	18,8	21,3
480	9,5	11,2	12,7	14,4	15,0	17,0	19,2
600	8,0	9,5	10,7	12,2	12,6	14,3	16,2
720	7,0	8,2	9,3	10,6	11,0	12,5	14,1
840	6,2	7,3	8,3	9,4	9,8	11,1	12,5
960	5,6	6,6	7,5	8,5	8,8	10,0	11,3
1.080	5,1	6,0	6,8	7,7	8,1	9,1	10,3
1.200	4,7	5,6	6,3	7,1	7,4	8,4	9,5
1.320	4,4	5,2	5,8	6,6	6,9	7,8	8,8
1.440	4,1	4,8	5,5	6,2	6,4	7,3	8,3

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

4.10 PRECIPITAÇÃO PLUVIOMÉTRICA

Para a determinação da precipitação pluviométrica média mensal (Figura 17) foram utilizados os dados de Back (2020), disponíveis através do programa HidroClima. Foram utilizados os dados da estação pluviométrica 02652000 no período de 1958 a 2011.

Figura 17: Precipitação média mensal do município de Abelardo Luz.



Fonte: Back (2020).

Percebe-se que o mês mais chuvoso foi outubro, com média acima de 235 mm, enquanto o mês mais seco foi agosto, com média de 128,6 mm. A média de chuva anual no período foi de 2.090,4 mm.

4.11 ÁREAS-PROBLEMA – AP

4.11.1 Metodologia para identificação das áreas-problema

Em visita técnica realizada ao município no dia 14 de junho de 2021, foram registradas regiões da sede urbana que sofrem com transtornos de alagamento, enchente/inundação quando da ocorrência de eventos pluviais. Os locais visitados foram apontados pela pesquisa de satisfação *on line*, que esteve disponível do dia 29/06/2020 a 31/07/2021 no *site* da prefeitura e contou com a participação de 83 pessoas.

Através dessas indicações foram identificadas 4 áreas-problema, onde proprietários de residências e/ou dos comércios locais foram consultados sobre a existência e frequência dos eventos.

De acordo com Silva *et al* (2004), baseando-se na realização de vistorias técnicas às áreas-problema é possível ampliar a compreensão do processo evolutivo dos alagamentos, bem como identificar os pontos mais vulneráveis do sistema de microdrenagem e do seu corpo receptor e avaliar a manifestação dos Indicadores de Fragilidade do Sistema (IFS) de natureza ambiental, tecnológica e institucional.

Após a visita técnica para identificar as áreas-problema e coletar informações sobre elas, estas regiões foram analisadas e mapeadas através de 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**, Tabela 7, 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.

Tabela 7: 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 Ausência/ 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/ enxurradas 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 Área-problema localizada em área de risco de movimento de massa
Institucional	Elevação dos gastos com implantação, manutenção e conservação de estruturas de drenagem 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

O PMSB (2014) de Abelardo Luz identificava problemas com enchentes, no Bairro Santa Luzia e na garagem da prefeitura, que, de acordo com a Diretoria de Obras, tiveram as tubulações substituídas e os problemas sanados.

Nesta Revisão, foram identificados 4 novos locais onde ocorrem eventos de alagamento e enxurrada, Tabela 8.

Tabela 8: Áreas-problema identificadas.

Área-problema	Localização
AP-01	Rua Nossa Senhora das Graças esquina com a Avenida Castelo Branco
AP-02	Rua Arthur Jacob Neuls
AP-03	Avenida Castelo Branco, 1495
AP-04	Rua Sebastião da Silva Veiga, 625

Fonte: Elaboração própria.

4.11.3 Descrição das áreas-problema identificadas

4.11.3.1 AP-01 – Rua Nossa Senhora das Graças esquina com a Avenida Castelo Branco

Nesta área-problema, o número de bocas de lobo é aparentemente insuficiente para drenar a vazão que chega através da Rua Nossa Senhora das Graças e Avenida Castelo Branco, ocasionando alagamento no cruzamento entre essas duas ruas, Figura 18 e Figura 19.

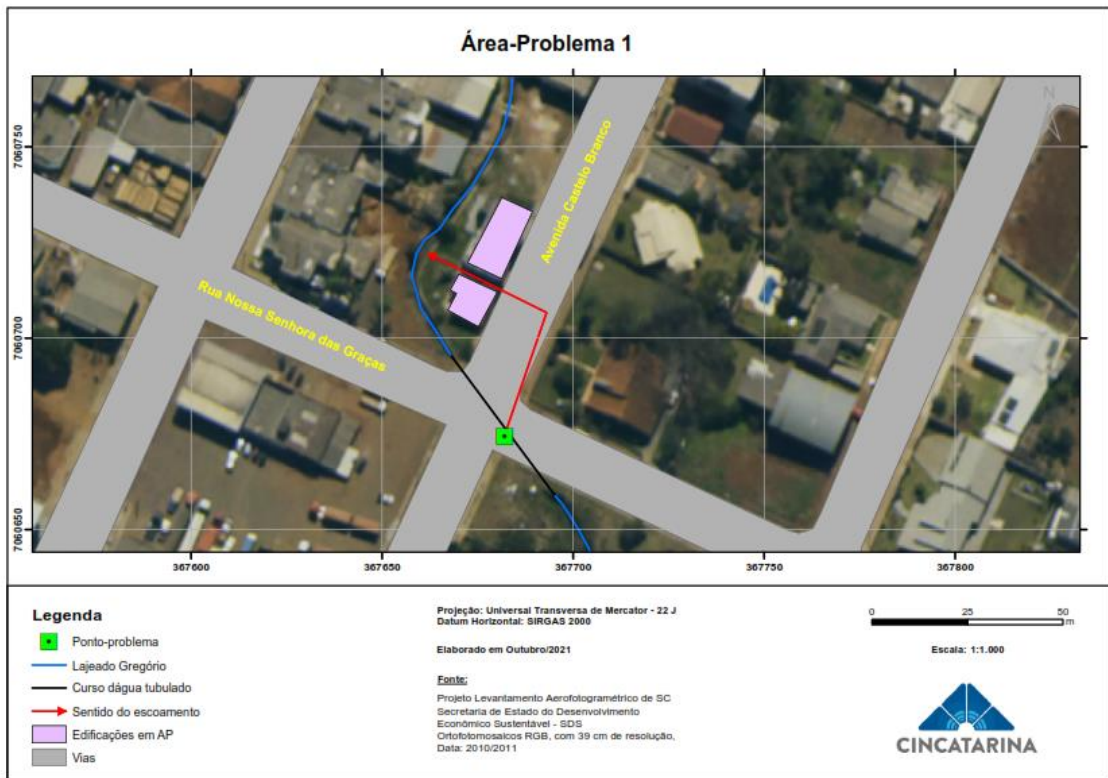
A partir do cruzamento, o escoamento segue pela Avenida Castelo Branco, em direção norte, onde atinge duas edificações e escoo em direção ao Lajeado Gregório.

Figura 18: Área afetada por alagamentos.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 19: Localização da AP-01.



4.11.3.2 AP-02 – Rua Arthur Jacob Neuls

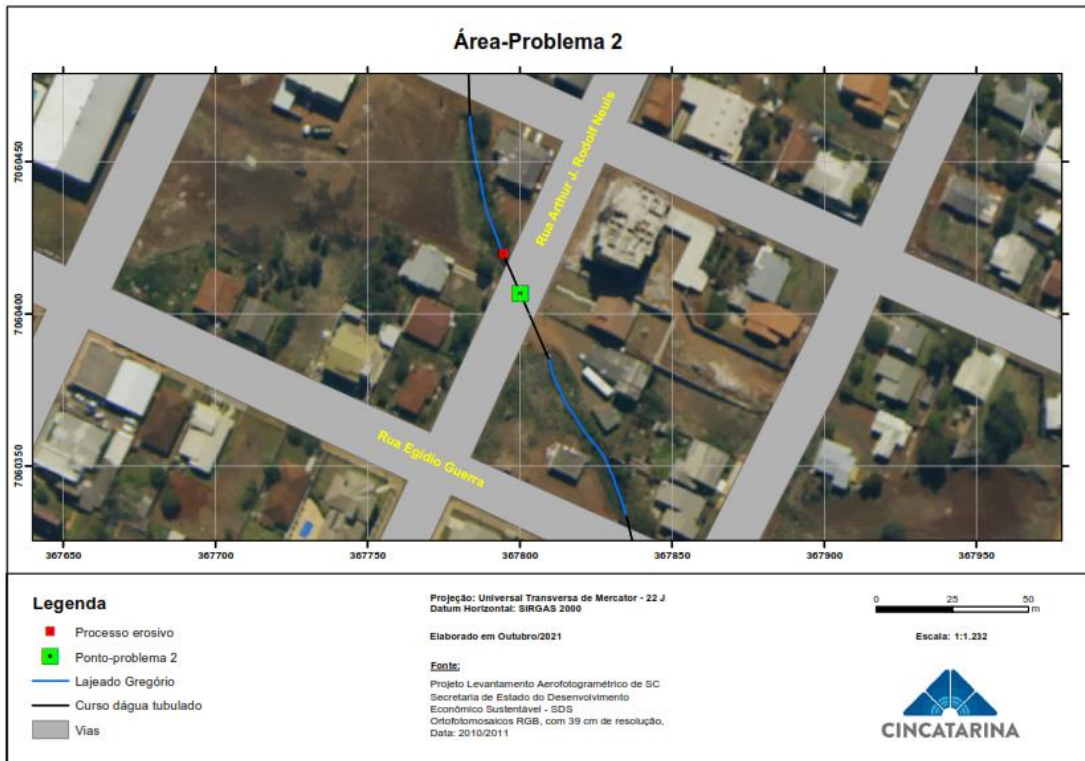
Esta região é atingida por eventos de inundação, que supostamente são causados por subdimensionamento das tubulações utilizadas para canalizar o Lajeado Gregório, Figura 21. Foi possível observar a evidência de processo erosivo na margem esquerda do Lajeado Gregório, na saída da tubulação, Figura 20.

Figura 20: Processo erosivo na margem esquerda da saída da tubulação.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 21: Localização da AP-02.



4.11.3.3 AP-03 – Avenida Castelo Branco, 1495

Esta área-problema é afetada por eventos de alagamento. Nesta via, o escoamento é prejudicado pela baixa declividade, problema que é agravado pela contribuição de escoamento superficial proveniente da Rua Francisco Rosa dos Santos, que ocorre pela alocação inadequada de uma boca de lobo, localizada nesta mesma rua. Os alagamentos atingem 3 edificações, conforme ilustrado na Figura 24.

Figura 22: Área afetada por alagamentos.



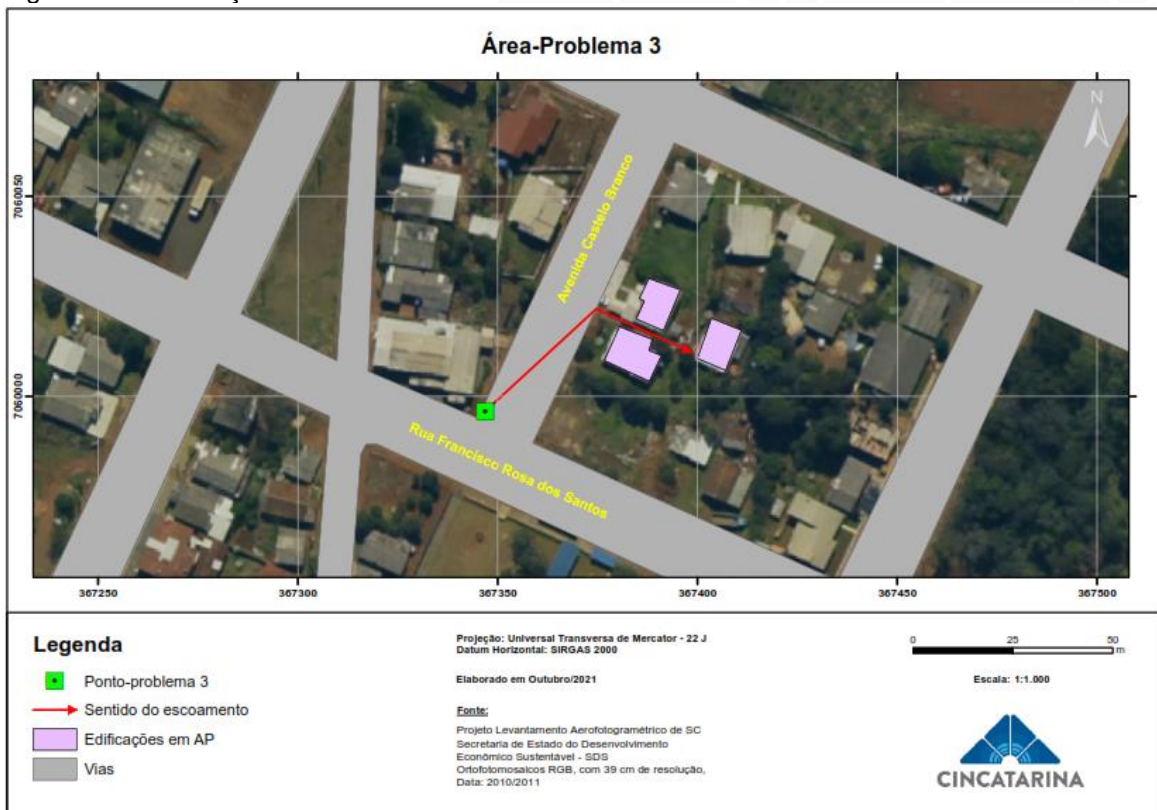
Fonte: Acervo próprio.

Figura 23: Boca de lobo mal posicionada.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 24: Localização da AP-03.



4.11.3.4 AP-04 – Rua Sebastião da Silva Veiga, 625

Devido à ausência de infraestruturas de microdrenagem em uma das vias a montante do ponto problema 4, esta área é atingida por enxurradas (Figura 25). A edificação atingida pelo escoamento se encontra abaixo do nível da rua e sobre encosta de alto aclave, como ilustrado através da Figura 26. É importante destacar que

esta região está incluída nas áreas de risco de movimentos de massa associados a falta de infraestrutura de drenagem levantadas pelo CPRM (2018).

Figura 25: Localização da AP-04.

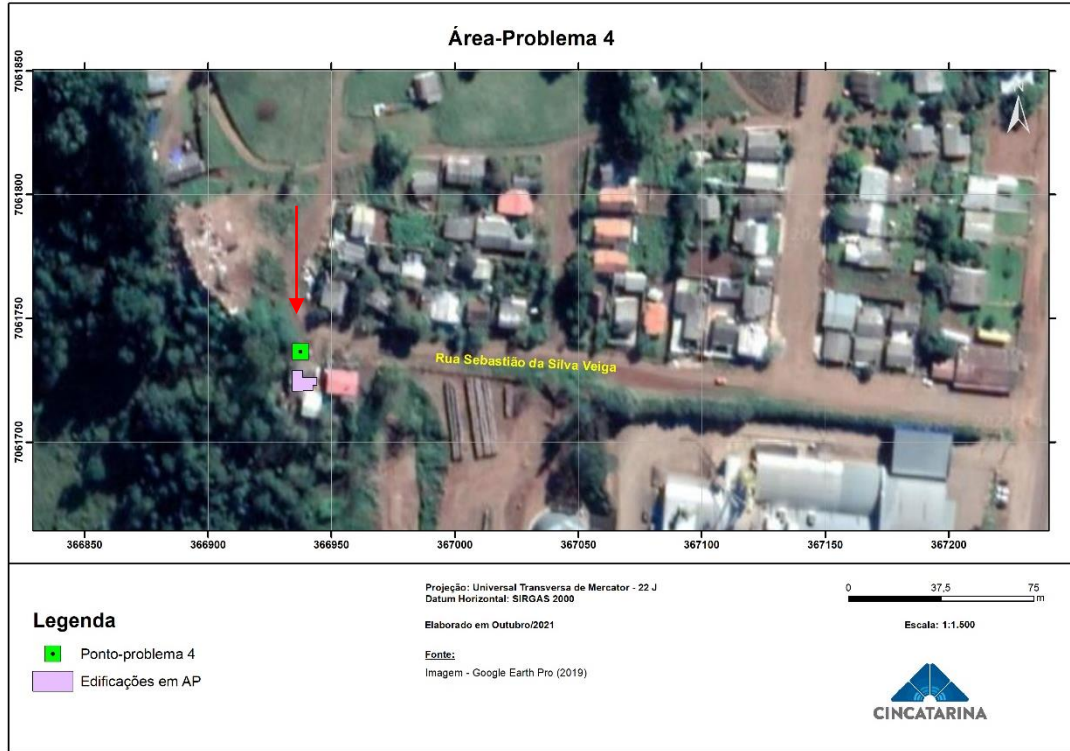


Figura 26: Edificação atingida pela enxurrada.



Fonte: Acervo próprio.

Figura 27: Via não pavimentada sem sistema de microdrenagem.



Fonte: Acervo próprio.

4.12 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 9.

Tabela 9: Indicadores Gerais de Fragilidade das AP de Abelardo Luz.

Área-problema	IFS
02	41
04	37
01	37
03	27

Fonte: Elaboração própria.

4.13 ÁREAS COM RISCO DE POLUIÇÃO E/OU CONTAMINAÇÃO

Como já foi mencionado no Produto 3 – Diagnóstico e Prognóstico do Sistema de Esgotamento Sanitário, desta Revisão, o município de Abelardo Luz não possui sistema público de coleta e tratamento de esgoto sanitário em operação.

Assim, o esgotamento sanitário no município continua ocorrendo através de soluções individuais. Dados do censo demográfico de 2010 indicam que naquele ano apenas 10,8 % possuíam sistema de tratamento de esgoto através de fossa séptica, restando aos outros 89,2% outras formas de tratamento e disposição do esgoto, como:

emprego de fossas rudimentares, lançamento direto em cursos d'água **ou rede pluvial** etc.

A existência de áreas-problema, onde são recorrentes os eventos de alagamento, 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 10 é possível observar o número de algumas doenças de veiculação hídrica no Município.

Tabela 10: Doenças de veiculação hídrica no Município.

Doença	Número de Casos							
	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2020
Cólera	0	0	0	0	0	0	0	0
Dengue	0	0	0	0	4	0	0	19
Febre Tifoide	0	0	0	0	0	0	0	0
Hepatite (A, B, C e D)	5	7	5	8	5	1	3	0
Leptospirose	0	0	0	0	1	0	0	0
Esquistossomose	0	0	0	0	0	0	0	0
Diarreia	130	186	227	253	229	317	222	-

Fonte: TABNET/DATASUS (2021).

5 AVALIAÇÃO DO ATENDIMENTO ÀS PROPOSIÇÕES DO PLANO DE SANEAMENTO BÁSICO DE 2014

O Plano Municipal de Saneamento Básico de Abelardo Luz do ano de 2014 identificou as deficiências do sistema de drenagem no município e estimou as demandas desse serviço ao longo do horizonte de planejamento (2013-2033). Abaixo são apresentadas as metas imediatas (até 2015) e de curto prazo (até 2021), e suas respectivas ações, com comentários sobre as atitudes tomadas até o momento pelos atores envolvidos.

1 - Ampliar o sistema de drenagem pluvial nas vias urbanas.

- Implantar sistema de drenagem pluvial nas vias urbanas não pavimentadas e nas novas vias urbanas.

Comentários: Item parcialmente atendido. O sistema de microdrenagem é implantado nas vias que são pavimentadas.

- Realizar manutenção de toda a rede de drenagem pluvial urbana

Comentários: Item atendido. As ações de manutenção são realizadas por demanda.

2 - Revitalizar os corpos d'água existentes no município (rios, córregos, sangas, poços).

- Realizar o desassoreamento e revitalização das margens de rios, córregos ou cursos d'água.

Comentários: Item não atendido.

3 - Criação de dispositivos de auxílio para a gestão do sistema de drenagem urbana.

- Elaboração de cadastro da macro e microdrenagem da área urbana municipal e atualização constante

Comentários: Item não atendido. O Município não possui cadastro das redes e unidades implantadas.

- Elaboração de programa de identificação e controle do uso de agrotóxicos (próximos à área urbana).

Comentários: Item não atendido. O Município não possui esse tipo de controle.

- Elaboração de manual de planejamento, regularização, projeto e execução de obras de drenagem para o município.

Comentários: Item não atendido. O Município não possui nenhum material oficial com diretrizes para a elaboração de projetos e execução de obras de drenagem.

- Adequação das ligações indevidas de esgoto na rede de galerias de águas pluviais com respectiva fiscalização.

Comentários: Item atendido parcialmente. O Município realiza esse trabalho por demanda, quando verificadas ligações clandestinas pela equipe da Prefeitura ou quando há denúncias da população.

- Realização de campanha educacional com objetivo de informar a população dos problemas oriundos das práticas utilizadas em jogar lixo na drenagem, além dos problemas relacionados com as ligações clandestinas de esgotos sanitários na rede de drenagem pluvial.

Comentários: Item não atendido. Não foram desenvolvidas campanhas ou ações educacionais voltadas para esse fim.

6 PROGNÓSTICO

Com a elaboração do diagnóstico do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais do Município, pôde-se identificar que os problemas estão relacionados, principalmente, a falta de um projeto básico ou um Plano Diretor de Drenagem Urbana, a ausência de cadastro técnico da malha de drenagem e seus acessórios, a realização de intervenções no sistema sem estudos técnicos, a falta de rotinas de manutenções periódicas e preventivas para todos os componentes dos sistemas de drenagem, a 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 do 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 de Infraestrutura.

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 sub 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.

Da mesma forma, a adoção de parâmetros de projeto deve ser criteriosa, visando a segurança e a funcionalidade das infraestruturas, sendo adotados períodos de retorno adequados a todos os componentes do sistema de drenagem.

6.3 MACRODRENAGEM

O sistema de macrodrenagem de Abelardo Luz está fundamentado principalmente, pelo escoamento ao longo do Rio Chapecó e demais cursos d'água do perímetro urbano, ou seja, a topografia faz com que córregos e arroios sejam os seus componentes principais.

Conforme apresentado no diagnóstico, os cursos d'água localizados dentro do perímetro urbano possuem diversos trechos tubulados. A tubulação dos cursos d'água deve ser realizada apenas em situações criteriosamente avaliadas e muito bem fundamentadas, para evitar problemas com inundações. Os novos conceitos de drenagem sustentável impõem a manutenção dos cursos de água em seu curso natural e aberto. Como já dito anteriormente, o argumento de que os córregos urbanos se transformaram em esgotos a céu aberto não pode ter como solução a sua canalização, nestas situações deve-se realizar ações para a identificação e o tratamento dos efluentes lançados ilegalmente nesses cursos d'água.

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.

Em função de como se deu o processo de urbanização no município, deverão ser avaliadas a implantação de medidas estruturais para minimizar os riscos de enchentes e inundações, tais como: como reservatórios e bacias de amortecimento.

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 (FRESNO, 2005).

A detenção e a infiltração das águas pluviais devem ser incentivadas e disciplinadas em lei para que sejam realizadas na fonte (unidades imobiliárias), devendo os novos parcelamentos do solo e obras em áreas públicas (praças e calçadas) serem planejados considerando os novos conceitos de drenagem sustentável.

Recomenda-se o uso de incentivo fiscal para a manutenção de um maior percentual de solos permeáveis. Exemplos de práticas e materiais que podem ser utilizados para valorizar a permeabilidade dos solos nas áreas urbanas são apresentados através da Figura 28.

Figura 28: Exemplos de valorização da permeabilidade dos solos.



Fonte: Reprodução/Rhino Pisos.

A implantação de cisternas também é uma boa alternativa para detenção das águas pluviais nos lotes, auxiliando tanto na redução de eventos relacionados à

sobrecarga dos sistemas de microdrenagem como na diminuição do consumo de água potável para fins onde a potabilidade da água não é necessária.

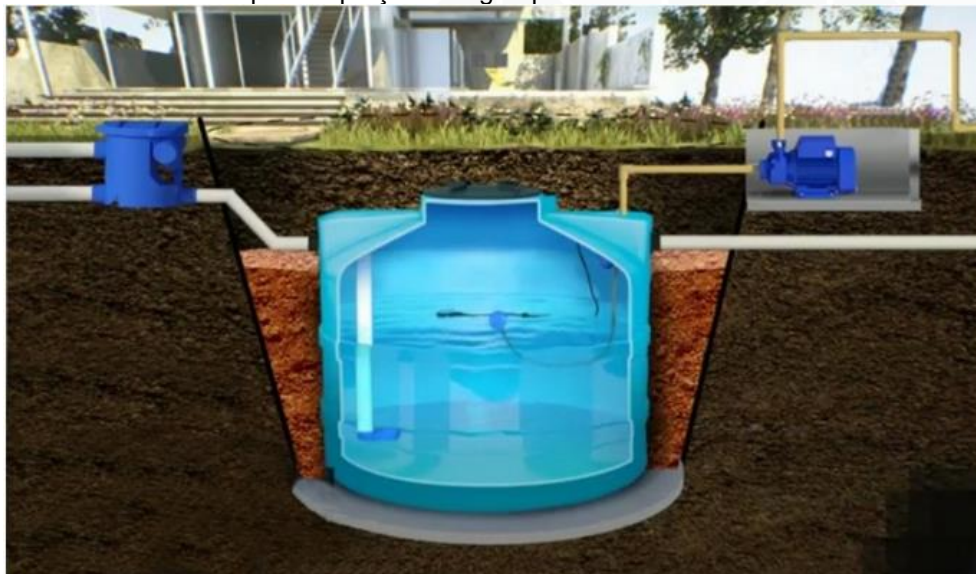
A instalação das cisternas deverá observar os parâmetros previstos na NBR 15527 (ABNT, 2019) e regulamentações específicas do município de Abelardo Luz.

Figura 29: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Sempre Sustentável (sem data).

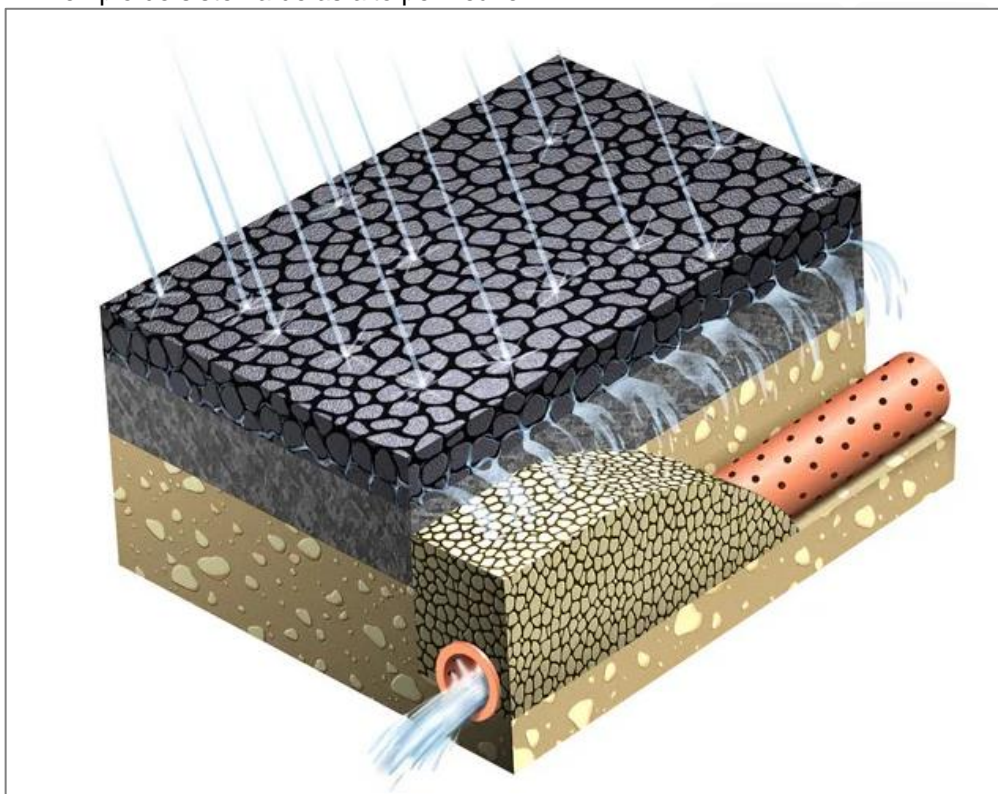
Figura 30: Modelo de cisterna para captação de água pluvial.



Fonte: Valmaster (2018).

Outro meio para diminuir o escoamento superficial, é o emprego de pavimentações permeáveis. 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 31).

Figura 31: Exemplo de sistema de asfalto permeável.



Fonte: Pinheiro (2019).

6.5 REMUNERAÇÃO PELOS 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 assegure 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.

O assunto da cobrança já foi previsto no art. 36 da Lei Federal nº 11.445/2007 e no art. 28 da Lei Complementar nº 2.438/2015:

Os serviços públicos de saneamento básico terão a sustentabilidade econômico financeira assegurada, sempre que possível, mediante remuneração pela cobrança dos serviços:
...III – “de manejo de águas pluviais urbanas: na forma de tributos, inclusive taxas, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades.

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).

No município, como anteriormente descrito, a Lei Municipal nº 2.438/2015 prevê a remuneração pela prestação do serviço de manejo de águas pluviais urbanas, porém, apesar da previsão legal, a cobrança da taxa não foi implementada.

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, os recursos a serem aplicados para as intervenções e obras, podem estar condicionados a disponibilidade de recursos de fundo perdido.

6.6.1 AP-01 – Rua Nossa Senhora das Graças esquina com a Avenida Castelo Branco

Duas ações devem ser aplicadas a esta área-problema:

1 - As bocas de lobo e as redes de microdrenagem devem passar por limpeza, a fim de remover resíduos que possam estar dificultando a passagem das águas pluviais pelo sistema.

2 - O número de bocas de lobo e a dimensão da rede de microdrenagem devem ser recalculados e, se constatado subdimensionamento, essas infraestruturas devem ser substituídas por outras de dimensão adequada.

6.6.2 AP-02 – Rua Arthur Jacob Neuls

Deve se verificar a existência de resíduos obstruindo a passagem da água e se a dimensão das tubulações é adequada. Recomenda-se que seja avaliada a possibilidade de realização de intervenções no Lajeado Gregório em trecho a montante da sede urbana, com a implantação de reservatório de retenção ou retenção, visando a regularização do escoamento e a redução do pico de vazão.

6.6.3 AP-03 – Avenida Castelo Branco, 1495

Deve-se realizar um processo de limpeza tanto na rede de microdrenagem quanto nas bocas de lobo. Também se faz necessária a realocação da boca de lobo localizada na Rua Francisco Rosa dos Santos, apresentada em diagnóstico. Além disso, deve ser avaliada a implantação de novas bocas de lobo na Avenida Castelo Branco.

6.6.4 AP-04 – Rua Sebastião da Silva Veiga, 625

Devem ser implantadas as infraestruturas de microdrenagem e pavimentação do trecho final da Rua Sebastião da Silva Veiga, além disso deve ser realizado o monitoramento da área e avaliada a possibilidade de retirada das famílias em caso de chuvas intensas ou presença de chuvas estacionárias (CPRM, 2018). Associado a isso, deve-se implantar políticas de controle urbano para inibir futuras construções e ocupações na área (CPRM, 2018).

6.7 AÇÕES PROPOSTAS POR ÁREA-PROBLEMA

Na Tabela 11, são apresentadas as sugestões para as ações a serem tomadas em relação às AP encontradas no município, para os quatro pontos levantados.

Tabela 11: Proposta de ações a serem tomadas nas AP.

Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
Elaboração de projetos básicos ou estudos preliminares e	x	x	x	x
Implantação de obras de microdrenagem	x		x	x
Implantação de obras de macrodrenagem		x		

Ação	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
Cadastro dos dispositivos existentes	X	X	X	X
Monitoramento	X	X	X	X
Definição de referenciais técnicos	X	X	X	X
Desobstrução de dispositivos hidráulicos	X	X	X	
Recuperação física de dispositivos existentes	X	X	X	X
Adequação ou melhoramento de dispositivos existentes	X	X	X	
Recuperação de pavimentos				
Implantação de pavimentos				X
Controle de processos erosivos		X		
Campanhas de educação pública ambiental	X	X	X	X
Serviços de comunicação social	X	X	X	X
Fiscalização	X	X	X	X
Treinamento de mão de obra	X	X	X	X
Criação de dispositivos legais	X	X	X	X
Ação conjunta com outros componentes do saneamento	X	X	X	X

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

6.8 PROPOSTAS DE ESTRUTURAÇÃO DAS AÇÕES A SEREM IMPLEMENTADAS

A Tabela 12 traz a relação da sugestão das propostas prioritárias de estruturação que devem ser tomadas pelo município.

Tabela 12: Prioridades nas propostas de estruturação a serem tomadas.

Tipo de ação	Demanda	AP envolvida	Proposta de estruturação
Elaboração de projetos básicos ou estudos preliminares e projetos executivos	4	1,2,3,4	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	4	1,2,3,4	Realizar obras de microdrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
Implantação de obras de macrodrenagem	0		Realizar obras de macrodrenagem conforme definido nos projetos básicos e executivos.
Cadastro dos dispositivos existentes	4	1,2,3,4	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

Tipo de ação	Demanda	AP envolvida	Proposta de estruturação
			amortecimento, retenção e detenção de vazões etc.
Monitoramento	4	1,2,3,4	Programa de fiscalização e monitoramento periódicos dos dispositivos que compõem o sistema de drenagem, norteando os programas de manutenção e recuperação.
Definição de referenciais técnicos	4	1,2,3,4	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	3	1,2,3	Programa municipal de manutenção periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.
Recuperação física de dispositivos existentes	4	1,2,3,4	Programa municipal de recuperação periódica dos dispositivos do sistema de drenagem, resultante do programa de fiscalização e monitoramento.
Adequação ou melhoramento de dispositivos existentes	3	1,2,3	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	1	4	Implantação de pavimentos e sistema de microdrenagem adequados aos projetos contratados nas ruas das AP.
Controle de processos erosivos	1	2	Realizar obras cuja finalidade primordial é evitar ou reduzir a energia do escoamento das águas pluviais sobre terrenos desprotegidos.
Campanhas de educação pública ambiental	4	1,2,3,4	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	4	1,2,3,4	Disponibilizar canal de contato direto entre cidadãos e órgãos públicos responsáveis pela drenagem urbana, bem como canal para sugestões, críticas, denúncias etc.
Fiscalização	4	1,2,3,4	Desenvolver rotinas de fiscalização de projetos e obras com interferências no sistema de drenagem.
Treinamento de mão de obra	4	1,2,3,4	Capacitação técnica (teórica e prática) de toda a equipe municipal responsável pelo sistema de drenagem, permitindo-

Tipo de ação	Demanda	AP envolvida	Proposta de estruturação
			os analisar os estudos e os projetos propostos para execução, manutenção e operação do sistema, bem como capacitação de pessoal para orientação da população.
Criação de dispositivos legais	4	1,2,3,4	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	4	1,2,3,4	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

Como conclusões deste diagnóstico, para o estabelecimento de investimentos nos programas e projetos que serão objeto de detalhamento em etapa posterior a esta revisão, destacam-se, sem ordem de prioridade:

1. Elaborar o cadastro técnico digitalizado da malha de drenagem e seus acessórios, 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. Elaborar os projetos necessários para viabilizar tecnicamente as obras necessárias nas áreas-problema;
5. Realizar as intervenções nas áreas-problemas conforme projetos técnicos elaborados e a disponibilidade de recursos;
6. Evitar a canalização ou tubulação dos cursos d’água, mantendo as condições naturais de escoamento;
7. 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;
8. 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;
9. Manter rigor na análise técnica e na fiscalização da implantação dos projetos;
10. Incentivar a manutenção da permeabilidade dos solos em residências e instalações comerciais e industriais;

11. Regulamentar a previsão de instalação de cisternas para as novas edificações, permitindo a utilização de água da chuva para fins não potáveis, diminuindo os danos causados pela erosão hídrica e principalmente contribuindo com a diminuição do escoamento superficial.
12. Valorizar a permeabilidade do solo e a retenção das águas pluviais nas obras públicas, praças e calçadas;
13. Minimizar o arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos;
14. 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;
15. 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;
16. 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

ABNT. NBR 15.527: Aproveitamento de água de chuva de coberturas para fins não potáveis – Requisitos. Rio de Janeiro, p. 10. 2019.

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: julho de 2020.

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.

_____. **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 128, de 8 de março de 2019**. Reconhece outras ações e atividades consideradas como eventuais e de baixo impacto ambiental, de acordo com Art. 3º, inciso X, alínea “k”, da Lei nº 12.651/2012.

CPRM. **Ação emergencial para delimitação de áreas em alto e muito alto risco a enchentes e movimentos de massa: Abelardo Luz, Santa Catarina.** Serviço Geológico do Brasil – CPRM Departamento de Gestão Territorial – DEGET, 2018. Disponível em <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/19575>. Acesso em: 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: julho de 2020.

FRESNO, Daniel Castro 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: julho de 2020.

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: agosto de 2020.

GALVÍNCIO, J. D.; SOUSA, F A. S.; SHIRINIVASAN, V. S. Análise do relevo da bacia hidrográfica do açude Epitácio Pessoa. Revista de Geografia (Recife), v. 23, p. 54-70, 2006.

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.

IBGE. Pesquisa nacional por amostra de domicílios – PNAD 2015: Síntese de indicadores. Rio de Janeiro: IBGE, 2016.

LARENTIS, D. **Problemas na drenagem urbana.** RHAMA. 2017. Disponível em <<http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/problemas-na-drenagem-urbana/>>. Acesso em: julho de 2021.

LEOPOLD, L.B. Hydrology for Urban Planning - A Guidebook 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: agosto de 2020.

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 julho 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: abril de 2021.

Plano Municipal de Saneamento Básico do Município de Abelardo Luz. 210 p. 2014.

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: 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/35Assem126.pdf>> Acesso em: setembro de 2021.

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.

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: agosto de 2020.

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: fevereiro de 2021.

Weschenfelder, A. B; Pickbrenner, K.; Pinto, E. J. A. **Atlas Pluviométrico do Brasil: Equações-Intensidade-Duração Frequência; Município: Abelardo Luz, SC, Estação Pluviométrica: Abelardo Luz, Código 02652000**.– Porto Alegre: CPRM, 2018. 12p.; anexos. Disponível em <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/20854>. Acesso em: Acesso em: abril de 2021.

9 ANEXOS

Anexo 01 – Índice Geral de Fragilidade – Áreas Problemas





ANEXO 01

Índice de Fragilidade do Sistema – IFS

Natureza	Indicadores	AP-01	AP-02	AP-03	AP-04
Institucional	Elevação dos gastos com implantação, manutenção e conservação de estruturas de drenagem	1	1	1	1
	Encarecimento das soluções técnicas;	1	1	1	1
	Perda de credibilidade da administração pública;	1	1	1	1
	Ausência de manutenção regular do sistema de drenagem urbana;	1	1	1	0
IFS Institucional		4	4	4	3
Tecnológico	Inexistência de pavimentação	0	0	0	1
	Deterioração física dos equipamentos de drenagem:	0	0	0	0
	Ineficiência do escoamento nos eixos viários	0	1	0	0
	Inexistência de diretrizes para a execução das estruturas de drenagem urbana	1	1	1	1
	Ausência/ Ineficiência dos dispositivos de coleta	1	0	0	1
	Ineficiência da capacidade de transporte pelos condutos	0	0	0	0
	Redução da vida útil das estruturas de drenagem	1	1	1	1
	Redução da vida útil dos pavimentos	1	1	1	0
	Incompatibilização das curvas verticais nos cruzamentos viários:	1	0	1	1
	Passes e/ou calçadas totalmente impermeabilizadas	0	0	0	0
Interferência no escoamento das águas pluviais no corpo receptor	1	1	0	0	
IFS Tecnológico		12	10	8	10
Ambiental	Ocorrência de alagamentos/exurradas	1	1	1	1
	Ausência de dispositivos de armazenamento e de áreas para a infiltração da água pluvial nos lotes	1	1	1	1
	Favorecimento da produção de sedimentos;	0	1	0	1
	Possível erosão da pavimentação das vias de acesso ocasionada pelo escoamento superficial	0	1	0	0
	Disposição de resíduos sólidos e deposição de sedimentos em vias públicas;	0	0	0	1
	Interação inadequada com esgoto nos equipamentos de drenagem;	1	1	1	1
	Interferência no trânsito de veículos na ocorrência de alagamentos;	0	0	0	0
	Interferência no movimento de pedestres na ocorrência de alagamentos;	1	1	1	1
	Ocupações ribeirinhas na calha do corpo receptor	1	1	0	0
	Assoreamento, presença de vegetação, resíduos sólidos e esgotos no corpo receptor	1	1	0	0
	Canalização e revestimento da seção hidráulica do corpo receptor	1	1	0	0
	Restrição à implantação de áreas de inundação:	0	0	1	1
Área-problema localizada em área de risco de movimento de massa	0	0	0	1	
IFS Ambiental		21	27	15	24
IFS 2021		37	41	27	37

Natureza	IGF
Institucional	x1
Tecnológica	x2
Ambiental	x3

VALORES
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