

# **PLANO DIRETOR DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS PDDU**



**PRODUTO 2  
PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM**

Revisão 2

**JUNHO DE 2021**

Foto: OCP



---

**PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL**

**SAMAE – SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO**

Rua Erwino Menegotti, nº 478 – Jaraguá do Sul - SC

CEP: 89254-000

Telefone: (47) 2106-9100

**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS  
URBANAS DO MUNICÍPIO DE JARAGUÁ DO SUL**

PRODUTO 2: PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM

**JUNHO DE 2021**

**PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL**  
**SAMAE – SERVIÇO AUTÔNOMO MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO**

Rua Erwino Menegotti, nº 478 – Jaraguá do Sul - SC

CEP: 89254-000

Telefone: (47) 2106-9100

SAMAE – Serviço Autônomo de Água e Esgoto de Jaraguá do Sul  
Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas –2021.  
65 pg.: il.color. 30 cm

Esta obra é um dos produtos referentes ao Plano Diretor de Drenagem  
e Manejo de Águas Pluviais Urbanas de Jaraguá do Sul - SC

1.Drenagem e manejo de águas pluviais. 2. Análise SWOT. 3. Cenários  
futuros. 4. Planejamento estratégico

## Realização



**PREFEITURA MUNICIPAL DE  
JARAGUÁ DO SUL**

Rua Walter Marquardt, nº 1111 – Jaraguá  
do Sul – SC - CEP: 89259-565  
Telefone: (47) 2106-8000

**Antidio Aleixo Lunelli**  
Prefeito Municipal



**SAMAE – SERVIÇO AUTÔNOMO  
MUNICIPAL DE ÁGUA E ESGOTO**

Rua Erwino Menegotti, nº 478 – Jaraguá  
do Sul – SC - CEP: 89254-000  
Telefone: (47) 2106-9100

**Ademir Izidoro**  
Diretor Presidente do SAMAE

## Empresa Contratada



**EVOLUA AMBIENTAL ENGENHARIA E ARQUITETURA**

CNPJ 16.697.255/0001-95

End.: Rua Gil Stein Ferreira, nº 357, sala 706, Itajaí - SC.

CEP 88301-210

Fone: 47 2125 1014 | e-mail: contato@evoluambiental.com.br

**(em branco)**

---

## ÍNDICE GERAL

### **Produto 1**

DIAGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM

### **Produto 2**

PROGNÓSTICO DO SISTEMA DE DRENAGEM

### **Produto 3**

PROPOSIÇÕES PARA O SISTEMA DE DRENAGEM

### **Produto 4**

PROGRAMA MUNICIPAL DIRETOR DE DRENAGEM

### **Produto 5**

MANUAL DE DRENAGEM E MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS

**(em branco)**

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>2</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
2.1	CICLO HIDROLÓGICO .....	13
2.2	INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO .....	15
2.3	ESCOAMENTO DE ÁGUA NO SOLO .....	16
2.4	URBANIZAÇÃO E A ALTERAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO.....	18
2.4.1	Aspectos quantitativos.....	20
2.4.2	Aspectos qualitativos.....	22
2.5	URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS NOS CANAIS.....	22
2.6	MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS.....	23
2.7	DESASTRES NATURAIS DE ORIGEM HÍDRICA.....	24
2.8	GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES.....	28
2.9	PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO.....	30
2.9.1	Análise SWOT .....	33
2.9.2	Cenarização .....	34
<b>3</b>	<b>PROGNÓSTICO.....</b>	<b>37</b>
3.1	DENSIDADE DEMOGRÁFICA.....	37
3.2	ANÁLISE SWOT.....	44
3.2.1	Ambiente Interno .....	45
3.2.2	Ambiente Externo .....	48
3.3	CENÁRIO ATUAL.....	49
3.4	CENÁRIOS FUTUROS .....	51
3.4.1	Cenário tendencial.....	51
3.4.2	Cenário desejável.....	54
3.4.3	Cenário proposto .....	56
<b>4</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>59</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Ciclo hidrológico .....	13
Figura 2 - Fenômenos que influenciam no escoamento superficial .....	16
Figura 3 - Tipos de escoamento: a) superficial com infiltração b) subsuperficial c) básico ou subterrâneo .....	17
Figura 4 - Hidrograma padrão .....	18
Figura 5 – Gráfico de comparação de crescimento populacional e eventos de inundação .....	19
Figura 6 - Ciclo hidrológico natural e urbano .....	21
Figura 7 –Esquema didático de enchente e inundação .....	26
Figura 8 – Esquema da matriz SWOT .....	34
Figura 9 – Metodologia de definição de cenário .....	36
Figura 10 - Comportamento crescimento populacional de Jaraguá do Sul até 2051 .....	38
Figura 11 - Projeção da densidade demográfica das microbacias hidrográficas nos próximos 30 anos (hab./km <sup>2</sup> ) .....	40

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Impacto da impermeabilização do solo na infiltração .....	21
Tabela 2 – Quantidade de eventos por ano em Jaraguá do Sul .....	25
Tabela 3 - Projeção do crescimento populacional do Município de Jaraguá do Sul .....	37
Tabela 4 - Projeção apresentada para o município de Jaraguá do Sul, por microbacia .....	39

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação dos desastres .....	27
Quadro 2 - Política das águas pluviais .....	31
Quadro 3 - Análise SWOT – Ambiente Interno .....	47
Quadro 4 - Análise SWOT – Ambiente Externo .....	49
Quadro 5 – Cenário proposto .....	57

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 - Densidade demográfica projetada para o ano de 2022 .....	41
Mapa 2 - Densidade demografica projetada para o ano de 2036 .....	42
Mapa 3 - Densidade demográfica projetada para o ano de 2051 .....	43

## LISTA DE SIGLAS

---

ABES	Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental
AMVALI	Associação dos Municípios do Vale do Itapocu
ANA	Agência Nacional de Água e Saneamento Básico
APP	Área de Preservação Permanente
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
CEMADEN	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais
CEPED	Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
COBRADE	Classificação e Codificação Brasileira de Desastres
FGV	Fundação Getúlio Vargas
FUNASA	Fundação Nacional de Saúde
IAB	Instituto de Arquitetos do Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPEA	Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada
ONU	Organização das Nações Unidas
PDDU	Plano Diretor de Drenagem Urbana
PIB	Produto Interno Bruto
PNPDEC	Política Nacional de Proteção e Defesa Civil
SABESP	Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo
SAMAE	Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto
UNESCO	Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura
UNISDR	Estratégia Internacional Das Nações Unidas Para A Redução De Desastres

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório é parte integrante do Plano Diretor de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas do Município de Jaraguá do Sul, Santa Catarina, no âmbito do contrato nº 015/2021 firmado entre o Serviço Autônomo de Águas e Esgoto de Jaraguá do Sul – Samae e a empresa Evolua Ambiental Engenharia e Arquitetura LTDA.

Este documento, Produto 2 – Prognóstico do Sistema, foi elaborado seguindo as diretrizes e especificações do Termo de Referência e apresenta os estudos produzidos para o Sistema de Drenagem e Manejo das Águas Pluviais Urbanas.

Ainda, segundo o termo de referência que norteia este estudo, são objetivos desse plano:

- Reduzir os prejuízos decorrentes das inundações;
- Melhorar as condições de saúde da população e do meio ambiente urbano, dentro de princípios econômicos, sociais e ambientais;
- Planejar os mecanismos de gestão urbana para o manejo sustentável das águas pluviais e da rede hidrográfica do município;
- Planejar a distribuição da água pluvial no tempo e no espaço, com base na tendência de evolução da ocupação urbana;
- Ordenar a ocupação de áreas de risco de inundação através de regulamentação;
- Restituir parcialmente o ciclo hidrológico natural, reduzindo ou mitigando os impactos da urbanização;
- Formatar um programa de investimentos de curto, médio e longo prazo que, associado aos benefícios produzidos por esses investimentos, viabilize a obtenção de recursos para implantação das medidas propostas no plano;
- Avaliar e propor um modelo de cobrança dos serviços de drenagem urbana, a fim de garantir a sustentabilidade dos serviços, através de taxa, tarifa ou outro preço público, com base nos princípios da Lei 11.445/2007.

---

Neste produto é apresentado referencial teórico sobre os temas abordados. Na sequência é apresentada a análise SWOT sobre a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais de Jaraguá do Sul, a partir dos estudos sobre os dados apresentados no Diagnóstico.

Por fim, expõem-se os cenários atual, tendencial e desejável sobre o impacto da urbanização no sistema de drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, para então apresentar o cenário proposto.

## 2 INTRODUÇÃO

A melhoria dos padrões de vida, a criação de empregos dignos e a maior inclusão social passam pela gestão sustentável dos recursos naturais. Isto inclui a infraestrutura hídrica e o acesso ao abastecimento seguro, confiável e regular de água, bem como serviços adequados de saneamento. A governança dos recursos hídricos e saneamento também é considerada essencial para o desenvolvimento sustentável (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2016).

Estima-se que aumentem a frequência, a intensidade e a severidade dos eventos climáticos extremos em função da mudança climática, gerando assim exacerbadas ameaças à disponibilidade de recursos naturais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2016). Além das mudanças do clima, áreas como saúde humana, segurança alimentar e energética, urbanização e o crescimento industrial, são desafiadoras para o desenvolvimento sustentável. A gestão insustentável dos recursos naturais, pode causar graves danos às economias e à sociedade; podendo inverter benefícios conquistados na redução da pobreza, na criação de empregos e no desenvolvimento (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2015). Quando questões da água são negligenciadas, há risco de graves impactos negativos nas economias locais, nos meios de subsistência e nas populações. Tendo assim resultados dispendiosos e catastróficos (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A EDUCAÇÃO, A CIÊNCIA E A CULTURA, 2016).

Os gestores públicos frequentemente precisam lidar com os impactos de desastres que ocorrem por fenômenos naturais. Essa situação vem se agravando com as mudanças climáticas, que tornam eventos extremos cada vez mais corriqueiros e, as ações pré-desastres são tão ou mais importantes que as de durante o evento. E essa antecipação, gerenciamento e redução dos efeitos é de responsabilidade dos governos locais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012).

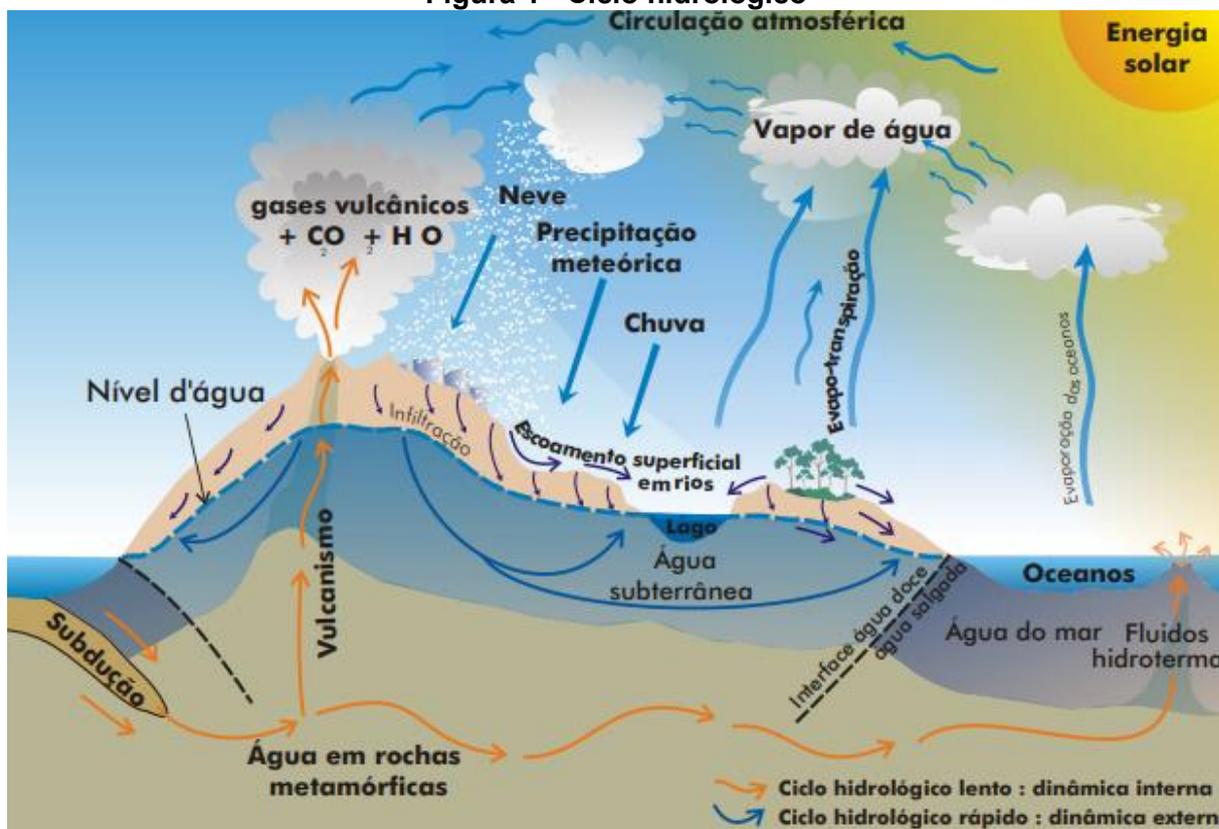
A urbanização altera as condições hídricas naturais e gera impactos ambientais, os quais podem ser minimizados pelo planejamento de sistemas de drenagem. Quanto maior for a dinâmica entre as relações espaço urbano e ciclo

hidrológico, maior será o potencial do planejamento em minimizar os impactos. Por isso, se faz necessária a adoção de estratégias vinculadas a todo o planejamento municipal.

## 2.1 CICLO HIDROLÓGICO

O ciclo hidrológico, Figura 1, é um fenômeno fechado da água em nível planetário, entre a superfície terrestre e a atmosfera, estimulado fundamentalmente pela energia solar, gravidade e rotação terrestre (PORTO, 2012). A energia solar, em última instância, é a responsável pelo transporte da água do oceano e do continente para as grandes altitudes, de onde retorna na forma de precipitação como chuva, granizo ou neve. Parte da energia solar é dissipada para o espaço, mas cerca de 40% é retida pela Terra, e é a fonte energética para os fenômenos de fotossíntese e meteorológicos (BRANCO, 1993).

Figura 1 - Ciclo hidrológico



Fonte: Karmann (2009, p. 115)

Parte do ciclo hidrológico ocorre na superfície da Terra por meio da circulação da água no interior e na superfície dos solos e rochas, seres vivos e oceanos. Os

fenômenos meteorológicos relevantes para o ciclo da água ocorrem numa fina camada interior da atmosfera com 8 a 16 km de espessura, a troposfera, onde está contida aproximadamente 90% da umidade atmosférica. Acima da troposfera encontra-se a estratosfera com espessura variável de 40 a 70 km. Na estratosfera está contida a camada de ozônio, que regula a radiação solar que atinge a superfície da Terra, a qual é a principal fonte energética do ciclo hidrológico (SILVEIRA, 1993).

O ciclo hidrológico é o processo natural compreendendo os fenômenos físicos de evaporação, condensação, precipitação, interceptação, retenção superficial, escoamento superficial, infiltração, percolação da água no solo, escoamento subsuperficial, escoamentos fluviais e interações entre esses componentes. A Terra possui 1,36.109 km<sup>3</sup> de água distribuídos em lagos de água doce (125100 km<sup>3</sup>), lagos salinos (104300 km<sup>3</sup>), meios porosos e aquíferos (9048500 km<sup>3</sup>), geleiras (2919970 km<sup>3</sup>), atmosfera (12900 km<sup>3</sup>) e oceanos (1322330600 km<sup>3</sup>) (RIGHETTO, 1998).

A precipitação na sua forma mais comum é a chuva. Esta ocorre por meio dos fenômenos de aglutinação e crescimento das microgotículas, formando nuvens com presença significativa de umidade e núcleos de condensação, gerando gotas com tamanho e peso mínimos para superarem a força da gravidade e os movimentos ascendentes do meio atmosférico. Quando o vapor da água é transformado diretamente em cristais de gelo, a precipitação pode ocorrer na forma de neve ou granizo (SILVEIRA, 1993). Quando uma massa de ar frio e uma massa de ar quente se encontram, a massa de ar mais frio adentra sob a massa de ar quente, provocando a ascensão frontal e elevando a massa de ar mais quente para maiores altitudes, carregando consigo o vapor da água que será condensado nas nuvens. Essas chuvas frontais ou ciclônicas são típicas na região Sul e Sudeste do Brasil no inverno, elas cobrem vastas extensões e podem ter longas durações, mas costumam ser de baixa intensidade (PORTO, 2012).

Quando a pressão e o vento agem para concentrar a afluência de ar em uma área delimitada, tal como uma área de baixa pressão, ocorre a convergência horizontal. Caracteristicamente, no verão, a camada de ar em contato com o solo recebe o calor emitido por este e tende a ficar mais quente que as camadas superiores. A convergência de ar causa um desequilíbrio entre a massa de ar quente junto ao solo e a camada superior, e faz com que a camada de ar mais quente,

juntamente com a umidade nela contida, suba rapidamente para a alta atmosfera, formando correntes de convecção verticais. Esse tipo de chuva é denominado de convectiva e são geralmente de curta duração e alta intensidade, atuando em áreas restritas na ordem de 5 a 12 km<sup>2</sup> (PORTO, 2012).

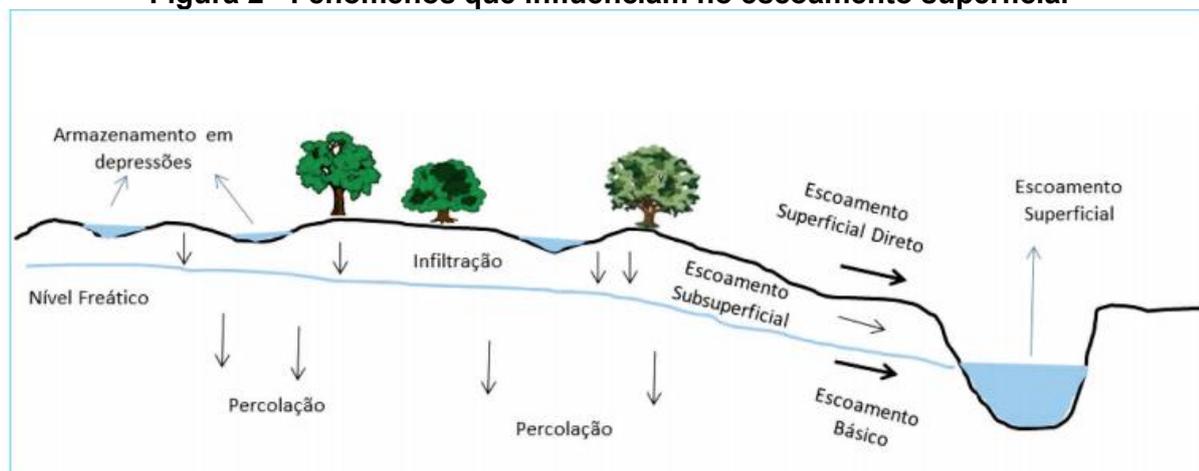
## 2.2 INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

A chuva que cai sobre um solo com cobertura vegetal tem parte de seu volume interceptado pelas folhas, caules e troncos, de onde evapora. Quando o volume de água na superfície dos vegetais excede sua capacidade de armazenamento, ou por ação dos ventos, a água interceptada pode precipitar para o solo (SILVEIRA, 1993). A água que chega ao solo pode infiltrar, já que o solo é um meio poroso. A saturação ocorre superficialmente até que o solo vai se saturando em maiores profundidades.

Materiais porosos e permeáveis, como solo e sedimentos arenosos, favorecem a infiltração da água. Rochas porosas ou muito fraturadas permitem infiltrar água superficial, enquanto rochas cristalinas pouco fraturadas e materiais argilosos são desfavoráveis a infiltração. Material inconsolidado como espessas coberturas de solo retêm água temporariamente e liberam lentamente para a rocha subjacente (KARMANN, 2009).

A infiltração é favorecida pelas raízes presentes em áreas vegetadas. A cobertura florestal também intercepta parte da água e retarda o alcance desta no solo, e o excesso é liberado para o solo por gotejamento. Cerca de 1/3 da precipitação é evaporada antes de atingir o solo em ambientes densamente florestados. Declives acentuados na topografia favorecem o escoamento superficial o que diminui a infiltração, enquanto superfícies onduladas permitem o escoamento superficial mais lento, favorecendo a infiltração, Figura 2 (KARMANN, 2009).

**Figura 2 - Fenômenos que influenciam no escoamento superficial**



Fonte: Porto (2012, p. 113)

Outro ponto importante para a infiltração é a distribuição da precipitação ao longo do ano, pois chuvas regulares promovem maior infiltração. Por outro lado, chuvas intensas favorecem o escoamento superficial, pois a taxa de infiltração é menor do que o volume de água precipitada. O uso do solo afeta a infiltração e nas áreas urbanas as construções e os pavimentos comuns impedem a infiltração e aumentam o escoamento superficial. Em áreas rurais o desmatamento, a exposição de vertentes por meio de plantações sem terraceamento e o pisoteio de animais impactam negativamente a infiltração da água (KARMANN, 2009).

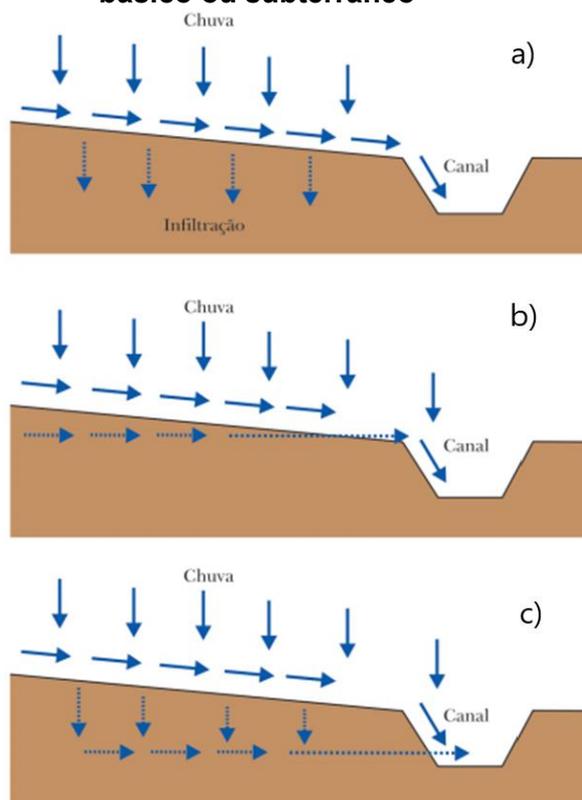
### 2.3 ESCOAMENTO DE ÁGUA NO SOLO

O excesso de água precipitado e não infiltrado gera escoamento superficial. O escoamento superficial ocorre num primeiro momento na forma de pequenos filetes de água que se moldam ao microrrelevo do solo. Uma microrrede de drenagem é moldada pela erosão de partículas de solo pelos filetes em seus trajetos, aliada à topografia preexistente. Esta microrrede de drenagem provisória dirige-se para a rede de cursos da água mais estável, como rios (PORTO, 2012).

Parte da precipitação infiltra no solo e se move lateralmente, podendo retornar a superfície antes de alcançar o aquífero. Este tipo de escoamento é o subsuperficial e acontece em condições que favorecem a infiltração da água no solo. O escoamento subsuperficial é mais lento, pois está sujeito a maiores resistências do que o escoamento superficial, por este motivo pode permanecer por mais tempo depois que

o escoamento superficial tenha passado (PORTO, 2012; SILVEIRA, 1993). O escoamento básico ou subterrâneo é composto por parte da água que infiltra no solo e alcança o aquífero, movimentando-se lateralmente até os canais de drenagem, Figura 3 (PORTO, 2012; SILVEIRA, 1993).

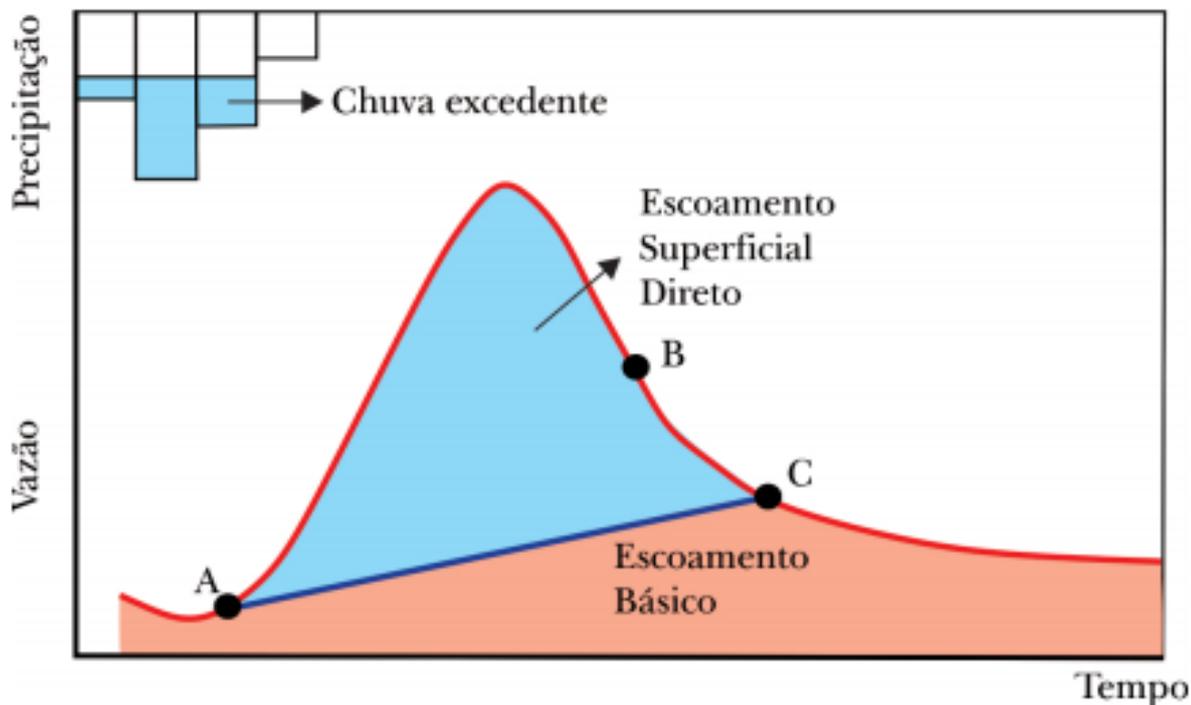
**Figura 3 - Tipos de escoamento: a) superficial com infiltração b) subsuperficial c) básico ou subterrâneo**



Fonte: Porto (2012, p. 115)

O escoamento superficial é considerado como gerador da ascensão do hidrograma. O escoamento superficial direto é composto pela soma do escoamento superficial e subsuperficial. Como estes dois componentes se movem mais rápido do que o escoamento subterrâneo eles normalmente são considerados conjuntamente (PORTO, 2012; SILVEIRA, 1993). O gráfico que relaciona a vazão no tempo é denominado hidrograma, Figura 4.

Figura 4 - Hidrograma padrão



Fonte: Porto (2012, p. 116)

A distribuição da vazão no tempo resulta da influência mútua de todos os componentes do ciclo hidrológico entre a precipitação e a vazão na bacia hidrográfica. Após o início da chuva, existe um intervalo de tempo até que o nível começa a elevar-se. Este atraso é devido às perdas pela interceptação vegetal e depressões do solo, além do tempo de deslocamento da água, característico de cada bacia hidrográfica. A elevação da vazão até o pico apresenta geralmente um gradiente maior que a parte posterior, sendo assim, o escoamento superficial processo predominante neste período, refletindo a resposta ao comportamento aleatório da precipitação. Em função da distribuição da precipitação, o hidrograma atinge o máximo e apresenta a seguir a recessão onde é observado normalmente um ponto de inflexão. Este ponto caracteriza o fim do escoamento superficial, que demonstra uma resposta rápida, e a predominância do escoamento subterrâneo, que escoo pelo solo poroso e apresenta um tempo de retardo maior (TUCCI, 1993).

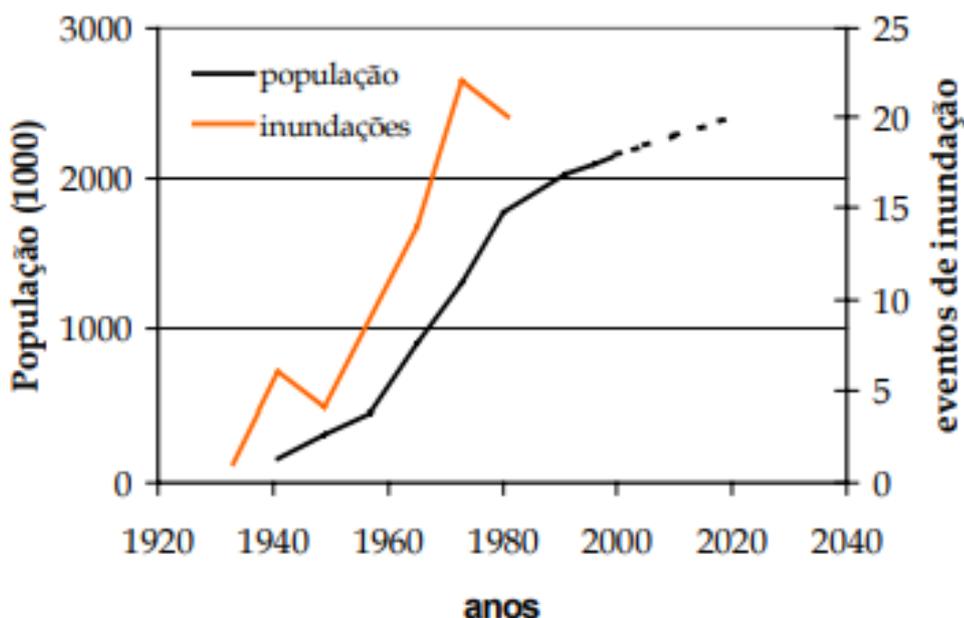
## 2.4 URBANIZAÇÃO E A ALTERAÇÃO DO CICLO HIDROLÓGICO

A ocupação acelerada e desordenada dos solos, muitas vezes desrespeitando o sistema de drenagem natural das águas, favorece o aterramento das margens dos

corpos hídricos e a ocupação de áreas de amortecimento de cheias, tornando frequentes os problemas com as enchentes urbanas (BASTOS, 2009). Em consequência ao crescimento populacional está a impermeabilização dos solos que é reflexo das ações de urbanização e da cultura de pavimentar o máximo possível.

A Figura 5 demonstra a relação entre o crescimento populacional e o número de eventos de cheia, baseados em levantamento de dados de São Paulo, Curitiba e Porto Alegre (TUCCI, 2003). Nessa é possível verificar que a curva de crescimento populacional seguiu a mesma tendência dos eventos de inundação fortalecendo a teoria de que estão relacionados ao crescimento das cidades, sem o devido planejamento.

**Figura 5 – Gráfico de comparação de crescimento populacional e eventos de inundação**



Fonte: Tucci (2003)

Para o controle preventivo desses impactos são disciplinadas e definidas as Leis de Uso e Ocupação do Solo, Código de Obras, o Código Ambiental, Código de Posturas, Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano e Lei Orgânica Municipal que constituem instrumentos de gestão no qual disciplinam e definem a distribuição espacial das atividades. Essas leis abordam a questão da drenagem urbana, inserida no contexto municipal, estabelecendo seus fundamentos básicos e diretrizes. É muito importante que o Plano Diretor de Drenagem esteja coerente com estas políticas.

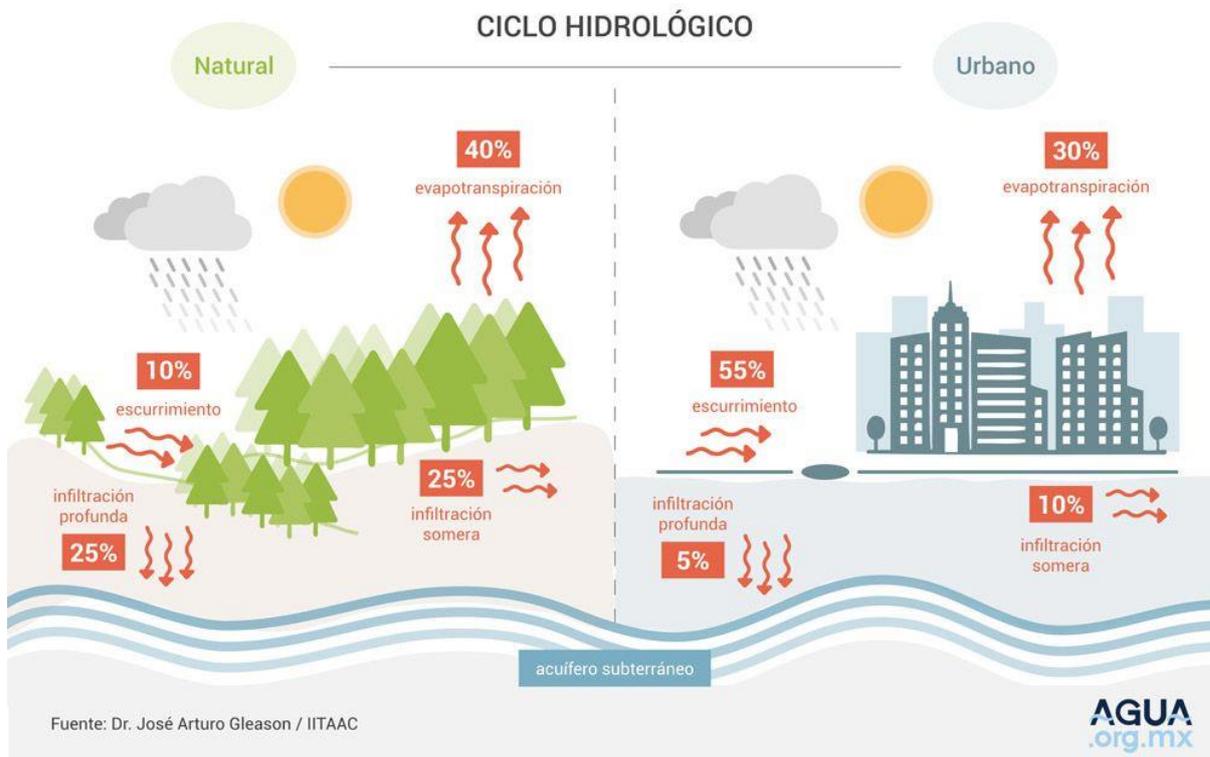
No tocante à legislação e às políticas existentes para o funcionamento dos sistemas de drenagem, estão os aspectos relacionados à gestão integrada dos recursos hídricos, controle da poluição ambiental, e dotação de infraestrutura urbana.

Jaraguá do Sul apresenta um planejamento urbano estruturado em Planos e Leis Municipais, o qual é demonstrado no diagnóstico do Plano Diretor de Drenagem Urbana, onde é evidenciado o comprometimento dos gestores públicos nas estratégias de desenvolvimento.

#### **2.4.1 Aspectos quantitativos**

A urbanização altera o uso e ocupação do solo e influencia o ciclo hidrológico, geralmente causando impacto negativo sobre a quantidade de água, Figura 6. A impermeabilização do solo, em função das edificações e do uso de materiais não permeáveis, além da planificação do mesmo, que diminui as rugosidades naturais, contribuem para a diminuição do armazenamento de água, Tabela 1. Com a urbanização é comum ocorrer supressão da vegetação, que intercepta parte da precipitação e promove a evapotranspiração da água (KARMANN, 2009; PORTO, 2012).

Figura 6 - Ciclo hidrológico natural e urbano



Fonte: Fondo para la comunicación y la educación ambiental (2017)

Na Tabela 1 demonstra-se a influência da cobertura natural do solo com vegetação na evapotranspiração e escoamento superficial, subsuperficial e subterrâneo.

Tabela 1 - Impacto da impermeabilização do solo na infiltração

COBERTURA NATURAL DO SOLO COM VEGETAÇÃO	EVAPOTRANSPIRAÇÃO	ESCOAMENTO SUPERFICIAL	ESCOAMENTO SUBSUPERFICIAL	ESCOAMENTO SUBTERRÂNEO
100%	40%	10%	25%	25%
80 – 90%	38%	20%	21%	21%
65 – 50%	35%	30%	20%	15%
25 – 0%	30%	55%	10%	5%

Fonte: Freire e Omena (2005)

Nota-se que estes processos interrompem a recarga dos aquíferos e alteram o escoamento superficial e subsuperficial. Como consequência ocorre o aumento das vazões dos cursos de água, do escoamento superficial, das inundações e a diminuição das vazões subterrâneas (KARMANN, 2009; PORTO, 2012).

Em Jaraguá do Sul após a ocorrência de eventos com grandes consequências na cidade e no entorno, passou-se a se adotar medidas de combate e prevenção em casos de chuvas intensas. A Defesa Civil e o Comitê da Bacia do Itapocu passaram a

adotar estratégias e diretrizes de planejamento urbano em função do manejo de águas pluviais, por meio do Plano Municipal de Redução de Risco e o Plano de Prevenção de Cheias.

#### **2.4.2 Aspectos qualitativos**

Outro aspecto negativo da urbanização é o volume e a diversidade de materiais produzidos e comumente depositados sobre a superfície, onde em momentos de precipitação e escoamento são arrastados para os canais de drenagem naturais e construídos. Esses materiais são das mais diversas gamas como os resíduos sólidos, produzidos diariamente pelo ser humano como restos de comida e papéis para higiene pessoal, por exemplo; até fertilizantes, resíduos de asfalto e óleos minerais, sedimentos em geral, agroquímicos, entre outros (KARMANN, 2009; PORTO, 2012). Este tipo de poluição é caracterizado por ser de origem difusa, pois não há um ponto específico de lançamento da mesma nos cursos de água, ou seja, ela é originária do arraste de materiais nos momentos de escoamento. Cabe salientar que os canais de drenagem também são acometidos pela poluição pontual, que diferentemente da difusa possui um ponto específico de lançamento. Como exemplo pode-se citar o lançamento dos efluentes de uma estação de tratamento de esgoto ou industrial.

A entrada dos poluentes oriundos do escoamento superficial nos cursos da água repercute negativamente na qualidade desta. Acrescentando a carga contaminante e a temperatura, diminuindo a oxigenação e a diversidade da vida aquática, apresentando riscos para a saúde pública e dos demais seres vivos.

### **2.5 URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS NOS CANAIS**

De acordo com Parkinson (2003), o processo de urbanização no Brasil foi, em grande parte, desordenado e falho na previsão da população total, o que levou pesquisadores a concluir que o problema da drenagem está associado a questão da urbanização.

A geomorfologia dos canais também é afetada pela urbanização. É comum haver erosão nas áreas de lançamento de efluente e incremento da vazão, aumentando a distância entre duas margens, minando o leito e alterando a seção

transversal. Com mais sedimentos chegando nos canais, as partículas causam erosão a jusante, alterando a seção transversal do fluxo.

Com o aumento do fluxo e erosão nos canais, há deslocamento das comunidades biológicas ribeirinhas. A perda de solo por erosão das margens, assim como a da vegetação diminui o habitat de muitas espécies de vida aquática e peixes. Os depósitos de sedimentos a jusante também podem asfixiar os organismos bentônicos. Além do mais, há o problema da toxicidade de partículas contaminantes que podem provocar a morte de diversas espécies.

## **2.6 MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS URBANAS**

O escoamento tem grande relação com a área de drenagem. A vazão possui relação direta com a chuva e o formato e a área da bacia. Em bacias que drenam grandes áreas o pico de vazão é menor e o fluxo é mantido durante mais tempo, assim o escoamento demora a alcançar o exultório. Em bacias com formato alongado há maior duração de escoamento e menores picos do que em bacias compactadas com a mesma área, assim, quanto mais alongada a bacia, menor é a tendência a inundações. Além do mais, a declividade da bacia afeta tanto o a velocidade do escoamento como o potencial erosivo (PORTO, 2012).

Os cursos de água da rede de drenagem das bacias naturais são classificados em: perenes, intermitentes e efêmeros, em função da permanência do escoamento. Os perenes mesmo nos períodos de estiagem possuem fluxo de água, os intermitentes na maior parte do tempo possuem fluxo de água, mas na estiagem graves secam; enquanto os efêmeros existem apenas em períodos de chuva e se extinguem logo depois (MICHEL et al., 2012; PORTO, 2012). Os grandes cursos de água geralmente são perenes, enquanto os efêmeros geralmente são cursos pequenos. Os perenes geralmente são alimentados pelo escoamento subterrâneo, o que garante as vazões mínimas, os intermitentes localizam-se em condições geológicas desfavoráveis para o escoamento subterrâneo, e os efêmeros comumente possuem seu leito acima do nível do lençol subterrâneo, sem ter sua contribuição (PORTO, 2012).

Quando se trata de bacias hidrográficas urbanas, considera-se também a rede artificial de drenagem. Esta é constituída pela microdrenagem (bueiros, bocas de lobo) e pela macrodrenagem (canais naturais, artificiais, túneis de transposição, galerias).

De acordo com Brasil (2007) consideram-se serviços públicos de manejo das águas pluviais urbanas aqueles constituídos por 1 (uma) ou mais das seguintes atividades: drenagem urbana, transporte de águas pluviais urbanas, detenção ou retenção de águas pluviais urbanas para amortecimento de vazões de cheias e tratamento e disposição final de águas pluviais urbanas.

As ações de gestão, planejamento e projetos de drenagem urbana devem minimizar a intervenção antrópica e mitigar os riscos de impactos negativos sobre a sociedade e o meio ambiente, por meio da distribuição adequada da água no tempo e no espaço, além da diminuição dos poluentes (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2011).

## **2.7 DESASTRES NATURAIS DE ORIGEM HÍDRICA**

Em relação aos desastres naturais que atingem o Brasil, merecem destaque pela sua recorrência e número de afetados, aqueles de origem hídrica como a seca ou estiagem e as enxurradas e inundações. Entre os anos de 1991 a 2010 ocorreram 16994 ocorrências de estiagem, 6771 de enxurradas e 3673 de inundações. Dentre os 70 municípios mais atingidos por desastres no Brasil, a região Sul possui 54, destes, 34 pertencem à Santa Catarina (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2012).

Santa Catarina registrou 12,2% de todos os desastres naturais, ocorridos no Brasil entre 1991 e 2010, no entanto, o estado representa apenas 1,2% da extensão territorial do país. Dentre os desastres mais recorrentes no estado catarinense entre 1991 e 2010 destaca-se a enxurrada com 32% do total, a estiagem e a seca apresentam a mesma percentagem de ocorrência. As enxurradas apresentam maior frequência de desastres nas Mesorregiões do Vale do Itajaí, Grande Florianópolis e Norte Catarinense, sendo que a maior parte dos municípios com reincidência localiza-se na vertente Atlântica (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2011).

Segundo dados da Defesa Civil de Jaraguá do Sul o município vem sofrendo com alguns eventos. Na Tabela 2 é apresentado o número de eventos ocorridos em cada ano, por tipo de evento. Nos anos de 2019, 2020 e 2021 não foram indicadas ocorrências de desastres naturais.

**Tabela 2 – Quantidade de eventos por ano em Jaraguá do Sul**

<b>EVENTO</b>	<b>2018</b>	<b>2017</b>	<b>2016</b>	<b>2015</b>	<b>2014</b>	<b>TOTAL</b>
<b>Alagamento</b>	1	1	1	2	2	7
<b>Inundação</b>	-	-	-	-	1	1
<b>Vendaval</b>	3	-	-	2	1	6
<b>Deslizamento</b>	-	-	-	1	2	3
<b>Chuvas intensas</b>	5	3	-	2	2	11

Fonte: Adaptado de Defesa Civil Municipal (2021)

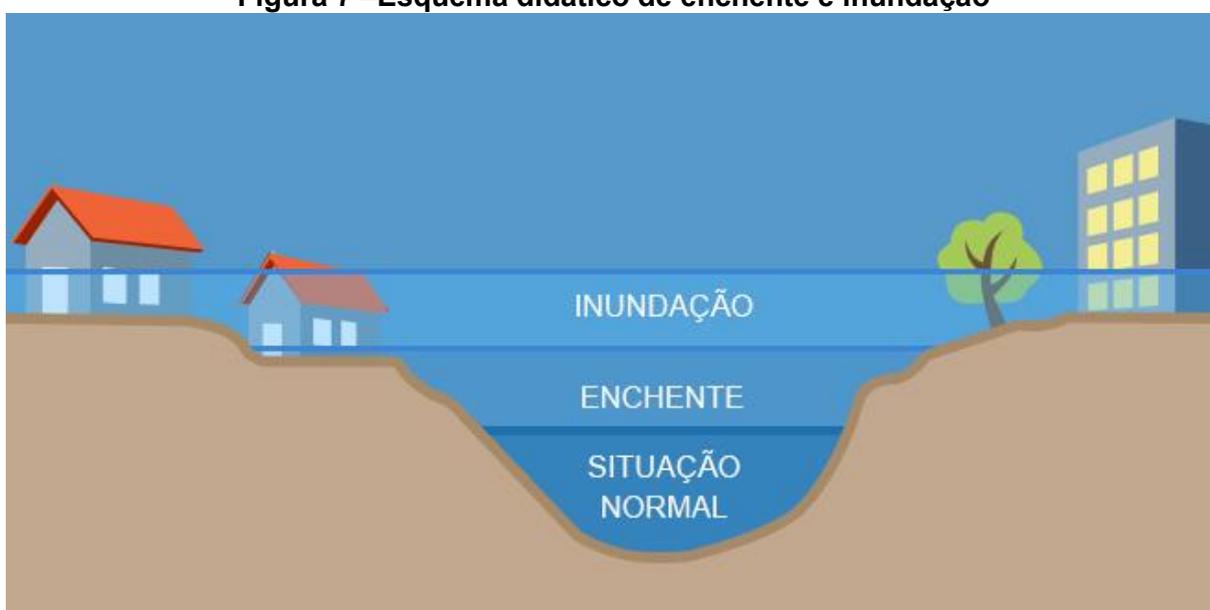
De acordo com Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (COBRADE) são classificados como desastres de origem hídrica: inundações, enxurradas e alagamentos. Inundação é a “submersão de áreas fora dos limites normais de um curso de água em zonas que normalmente não se encontram submersas. O transbordamento ocorre de modo gradual, geralmente ocasionado por chuvas prolongadas em áreas de planície” (CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES, 2012, p. 2). As enxurradas, também denominadas de inundação brusca, ocorrem em função do “escoamento superficial de alta velocidade e energia, provocado por chuvas intensas e concentradas, normalmente em pequenas bacias de relevo acidentado. Caracterizada pela elevação súbita das vazões de determinada drenagem e transbordamento brusco da calha fluvial e apresentam grande poder destrutivo” (CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES, 2012). Por fim, os alagamentos caracterizam-se pela “extrapolação da capacidade de escoamento de sistemas de drenagem urbana e consequente acúmulo de água em ruas, calçadas ou outras infraestruturas urbanas, em decorrência de precipitações intensas” (CLASSIFICAÇÃO E CODIFICAÇÃO BRASILEIRA DE DESASTRES, 2012, p. 2).

A inundação e as enxurradas são fenômenos naturais que ocorrem pelo planeta de acordo com as características da região (vegetação, clima, topografia, solo, etc). Quando estes fenômenos ocorrem em locais onde há presença humana, eles

provocam danos materiais e humanos à sociedade, ou seja, há exposição e são tratados como desastres naturais (MICHEL et al., 2012).

Os rios ocupam normalmente seu leito menor ou primário, mas com a ocorrência de chuvas ocorre o aumento da vazão e este ocupa o seu leito maior ou secundário, provocando o que se denomina enchente, Figura 7. Quando ocorrem chuvas intensas, a tendência é que o rio ocupe sua planície de inundação (várzea), Figura 7. Caso esta área esteja ocupada por edifícios, ruas, avenidas; pode haver o risco de desastre.

**Figura 7 –Esquema didático de enchente e inundação**



Fonte: Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (2016)

O risco de desastre caracteriza-se pela soma da ameaça, vulnerabilidade e exposição. Caso consiga-se excluir uma das componentes do risco, o desastre não ocorre.

A ameaça é um evento físico que provoca o desastre, há uma certa probabilidade de ocorrência e magnitude. A vulnerabilidade corresponde ao nível de insegurança da área, em relação à condição intrínseca do sistema receptor de interagir com a magnitude do evento e gerar efeitos adversos que são medidos em termos de intensidade dos danos prováveis. O conceito de vulnerabilidade leva em consideração os aspectos físicos (susceptibilidade) e sociais, como nível de acesso aos serviços básicos, níveis de solidariedade da comunidade, entre outros. A exposição está relacionada a presença de pessoas, bens materiais e estruturas nas áreas

vulneráveis (CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES, 2011; MOURA; MOURA; VIEIRA, 2019).

A inundação tem os três elementos que compõe o risco de desastre. A chuva é considerada uma ameaça, as áreas ribeirinhas são vulneráveis fisicamente, comumente por questões sociais, e a exposição está relacionada à construção de residências nessas áreas.

Os desastres podem ser classificados quanto à intensidade, origem e evolução (Quadro 1).

**Quadro 1 - Classificação dos desastres**

<b>CLASSIFICAÇÃO DE DESASTRES</b>	
<b>Intensidade</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pequena, prejuízo <math>\leq 5\%</math> do PIB municipal. Fácil recuperação com recurso do município.</li> <li>• Média, prejuízo <math>&gt; 5</math> e <math>\leq 10\%</math> do PIB municipal. Superável pelo município, com envolvimento de mobilização e administração especial.</li> <li>• Grande, prejuízo <math>&gt; 10</math> e <math>\leq 30\%</math> do PIB municipal. Superável com recursos locais e ajuda estadual e federal. Declaração de situação de emergência.</li> <li>• Altíssima, prejuízo <math>&gt; 30\%</math> do PIB municipal. Não é superável sem ajuda externa. Declaração de calamidade pública.</li> </ul>
<b>Origem</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Natural: são provocados por fenômenos naturais, independem da ação humana.</li> <li>• Humano: a causa é a ação ou omissão humana, como acidentes de trânsito ou contaminação do meio ambiente por produtos químicos.</li> <li>• Mistos: as ações ou omissões humanas contribuem para intensificar o desastre natural. Em quase todos os desastres naturais há interferência humana.</li> </ul>
<b>Evolução</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Súbitos ou de evolução aguda, acontecem repentinamente como deslizamentos, enxurradas, chuvas de granizo e outros.</li> <li>• Evolução crônica ou gradual, acontecem no decorrer de um período como seca, erosão ou perda de solo, poluição ambiental e outros.</li> </ul>

Fonte: Adaptado de Centro Universitário de Estudos e Pesquisas Sobre Desastres (2011) e MICHEL e colaboradores (2012)

Os principais responsáveis pelos riscos são: crescimento da população e densidade urbana, interferindo no uso e ocupação do solo; governança local fragilizada; inadequada gestão dos recursos hídricos, dos sistemas de drenagem e de resíduos sólidos; declínio dos ecossistemas por interferência antrópica; padrões de construção inseguros e falta de manutenção de infraestruturas; serviços de emergências descoordenados; efeitos adversos das mudanças climáticas que irão, provavelmente, aumentar inundações e outros desastres relacionados ao clima (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012).

## 2.8 GESTÃO DE RISCOS DE DESASTRES

A gestão é o conjunto das atividades que se realizam ou são necessárias para alcançar um determinado fim ou missão específica. Estas atividades consistem basicamente em planificar as ações requeridas, buscar os recursos necessários, executar as ações e fazer o acompanhamento, avaliação e controle dessa execução (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

A gestão de riscos de desastres fundamenta-se no risco e o conceito deve estar presente em todos os âmbitos deste processo, tanto no pré quanto no pós-evento. A gestão é um processo que tem como objetivo reduzir e controlar os fatores de risco de desastre em todo momento (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

Os níveis de intervenção da gestão de risco de desastre vão desde o âmbito global, integral, setorial, regional ou até mesmo comunitário e familiar, o que está em consonância com o Marco de Sendai e o UNISDR - Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres. Este documento sugere a criação de sistemas de responsabilização pela criação de riscos de desastres em todos os níveis. Isto requer a existência de sistemas ou estruturas organizacionais e institucionais que representem os diversos níveis e que reúna instâncias coletivas de representação social dos diferentes atores e interesses (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

Áreas urbanas possuem um denso e complexo sistema de serviços interconexos, e assim, possuem vários aspectos que contribuem para o risco de desastre. Estratégias e políticas públicas devem ser desenvolvidas visando o atendimento de cada aspecto, como parte de uma visão global. Possibilitando dessa forma a construção de cidades de tamanho, geografia e perfis diferentes, mas resilientes e com qualidade de vida (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012).

Cabe destacar que resiliência é a "capacidade de um sistema, comunidade ou sociedade exposto a riscos de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira tempestiva e eficiente, através, por exemplo, da preservação e restauração de suas estruturas básicas e funções essenciais" (ESTRATÉGIA INTERNACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES, 2009). Cidades resilientes são aquelas onde os desastres são minimizados porque a população vive em locais e comunidades organizadas e que seguem padrões de

segurança, além de possuírem um governo local inclusivo e transparente e que investe na organização municipal antes, durante e após um evento ou uma ameaça natural (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012).

No Brasil, a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), Lei Federal nº 12.608/2012, abrange as ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação voltadas à proteção e defesa civil (BRASIL, 2012). Prevenir o risco futuro é limitar o desenvolvimento dos fatores de risco de desastres na sociedade por meio de uma gestão territorial e ambiental. Diante dos possíveis riscos futuros, são propostas medidas que buscam modificar os padrões de desenvolvimento que criaram as condições inseguras, incluindo medidas que impedem a ocupação insegura do solo, a transformação de recursos naturais em perigos ou ameaças e a degradação do ambiente em condições de risco, a geração de consciência e capacidade, entre outros aspectos. Este processo requer o desenvolvimento de capacidades e habilidades de planejamento que permitem aplicar medidas e ações dispostas com antecipação ao aparecimento de novos riscos (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

A mitigação objetiva minimizar os fatores de risco existentes para evitar ou limitar o impacto adverso dos eventos perigosos em sociedade. Frente ao cenário de risco, é identificado e espacializado as possíveis perdas e danos, e se propõe identificar e implantar as opções para redução do risco até um patamar aceitável pela sociedade. Esta visão de futuro define as metas de redução de risco que devem ser planejadas e executadas por meio de projetos de desenvolvimento. Estas devem ser acompanhadas de estratégias de prevenção de riscos futuro para assegurar que as ações de redução sejam sustentáveis no decorrer do tempo. Esse processo aborda além dos aspectos físicos, aqueles de vulnerabilidade social, nas mais diferentes interpretações (NARVÁEZ; LAVELL; ORTEGA, 2009).

A preparação para os desastres visa construir as capacidades necessárias para gerenciar com eficiência todos os tipos de emergências e alcançar transições ordenadas de resposta para recuperação sustentada. A preparação baseia-se em uma análise sólida dos riscos de desastres e boas ligações com sistemas de alerta precoce. Estão inclusas ações de planejamento de contingência, armazenamento de equipamentos e suprimentos, desenvolvimento de arranjos para coordenação,

evacuação e informação pública, treinamento e simulações de campo. As ações precisam apoiar-se por capacidades institucionais, legais e orçamentais formais. Um bom plano de preparação estabelece arranjos com antecedência para permitir respostas oportunas, eficazes e adequadas a eventos perigosos potenciais específicos ou situações de desastre emergentes que possam ameaçar a sociedade ou o meio ambiente (ESTRATÉGIA INTERNACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES, 2009).

A resposta ao desastre está relacionada às ações realizadas imediatamente antes, durante ou imediatamente após um desastre, a fim de salvar vidas, reduzir os impactos na saúde, garantir a segurança pública e atender às necessidades básicas de subsistência das pessoas afetadas. Desta forma, as ações são de curto prazo. Os elementos institucionais de resposta geralmente incluem a provisão de serviços de emergência e assistência pública pelos setores público, privado e comunitários, bem como a participação da comunidade e de voluntários. Eles incluem autoridades de proteção civil e serviços de polícia e bombeiros, entre muitos outros. A divisão entre o estágio de resposta e o estágio de recuperação subsequente não é bem definida. Algumas ações de resposta, como o fornecimento de moradia temporária e abastecimento de água, podem se estender até o estágio de recuperação (ESTRATÉGIA INTERNACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES, 2009).

A recuperação visa restaurar ou melhorar os meios de saúde e subsistência, assim como as atividades econômicas, físicas, sociais, culturais e ambientais de uma comunidade ou sociedade afetada por desastres. A recuperação precisa evitar ou reduzir o risco de desastres futuros, visando reconstruir melhor, este um princípio do desenvolvimento sustentável (ESTRATÉGIA INTERNACIONAL DAS NAÇÕES UNIDAS PARA A REDUÇÃO DE DESASTRES, 2009).

## **2.9 PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO**

A Lei nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020, estabeleceu a necessidade municipal em adotar sua própria política de saneamento básico. Esta visa atender suas necessidades sanitárias, promovendo melhor qualidade de vida e

meio ambiente, e que sejam direcionadas às características locais, tendo os princípios da universalidade, equidade, sustentabilidade, entre outros.

Alinhado a isso o então Ministério das Cidades, hoje Ministério do Desenvolvimento Regional, lançou em 2011 o “Termo de referência para elaboração de Plano Diretor de Águas Pluviais Urbanas” elencando as diretrizes e parâmetros que os estudos e projetos devem compreender, dotando as prefeituras de subsídios técnicos e institucionais para criação de uma gestão sustentável da drenagem urbana.

Constituem os princípios, objetivos, estratégias e metas da política das águas pluviais o exposto no Quadro 2.

**Quadro 2 - Política das águas pluviais**

POLÍTICA	DEFINIÇÃO
<b>Princípios</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• O PDDU deve estar planejado em conjunto com os dos outros sistemas;</li> <li>• Cada usuário urbano não deve ampliar a cheia natural;</li> <li>• Não pode haver impactos à outras bacias;</li> <li>• O controle deve ser realizado considerando a bacia como um todo e não em trechos isolados;</li> <li>• O controle das cheias é um processo permanente;</li> <li>• Os custos inerentes à atividade devem ser transferidos aos proprietários dos lotes.</li> </ul>
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criação de mecanismo de gestão da infraestrutura urbana relacionado com o escoamento das águas pluviais e dos rios da área urbana.</li> </ul>
<b>Estratégias</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Controle da erosão do solo;</li> <li>• Recuperação de áreas degradadas.</li> </ul>
<b>Metas</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Planejar a distribuição da água pluvial no espaço e tempo;</li> <li>• Controlar a ocupação de áreas de riscos de inundação através da regulamentação;</li> <li>• Convivências com as enchentes nas áreas de baixo risco.</li> </ul>

**Fonte: Adaptado do Termo de referência para elaboração de Plano Diretor de Águas Pluviais Urbanas (2011)**

Neste plano são consideradas as diretrizes nacionais e os princípios fundamentais para o saneamento básico baseadas na Lei nº 11.445/2007, alterada pela Lei nº 14.026/2020.

O planejamento estratégico é compreendido por um conjunto de processos contínuos e sistemáticos, concentrando a atenção, os recursos e os esforços de um projeto com a finalidade de alcançar o objetivo traçado (FUNDAÇÃO GETÚLIO

VARGAS, [201?]). Visando o aumento da eficácia e eficiência dos serviços prestados pelos gestores municipais, a visão de longo prazo permite visualizar onde se quer chegar e entender o que deve ser feito para alcançar o futuro almejado. O planejamento estratégico dos planos de desenvolvimento de uma unidade territorial política permite que as autoridades locais identifiquem suas prioridades e explorem os recursos humanos, econômicos, naturais e tecnológicos disponíveis localmente (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012).

A ONU lançou em 2012 o manual de “Como construir cidades mais resilientes” e descreve que

Um plano estratégico com visão, missão e projetos claros é muitas vezes a melhor maneira de buscar recursos para o orçamento do município e de fontes regionais / provinciais, nacionais ou internacionais. O financiamento regular pode vir de receitas do município, desembolsos nacionais e das alocações para departamentos setoriais. Quando ocorrem desastres, as cidades podem receber recursos adicionais para a resposta e resgate, e mais tarde para a recuperação e reconstrução, tanto de fontes nacionais e internacionais (ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS, 2012, p.66).

Cabe destacar que para o planejamento eficiente é necessária a integração dos poderes executivo, legislativo e judiciário, considerando, principalmente, a defesa civil, voltada para a gestão de riscos de desastres. A união dos poderes deve ser fortalecida pela legislação e implementada por meio de orientação e fiscalização, ação essa necessária para conter a ocupação de áreas de risco e fortalecer o cumprimento das diretrizes municipais.

As Agências de Bacias Hidrográficas e outros órgãos com competência de planejamento, como SABESP (Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo), ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental), IAB (Instituto de Arquitetos do Brasil), dentre outros, em seus eventos sobre discussões estratégicas de desenvolvimento, estão reconhecendo a necessidade de se adotar os princípios da drenagem urbana sustentável como direção de planejamento.

### 2.9.1 Análise SWOT

Nesse plano o planejamento estratégico foi realizado com o estudo/análise dos dados apresentados na fase do diagnóstico. A ferramenta de apoio escolhida é a análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities threats*), e são atendidas as diretrizes e princípios do arcabouço legal pertinente. A partir de então poderão ser traçadas as metas, estratégias e ações, além de definir os indicadores para o PDDU, que irão contemplar os próximos produtos.

A análise SWOT é uma ferramenta de planejamento que se utiliza para identificar força, fraquezas, oportunidades e ameaças, relacionados ao seu contexto. Utilizando-se dessa ferramenta é possível avaliar os ambientes externos e internos, formulando estratégias para o setor com a finalidade de otimizar seu desempenho na prestação dos serviços, permitindo uma crítica das tendências e projeções futuras do setor (FERNANDES, 2012).

Nesse plano o planejamento estratégico foi realizado com o estudo/análise dos dados apresentados na fase do diagnóstico. A ferramenta de apoio escolhida é a análise SWOT (*strengths, weaknesses, opportunities threats*), e são atendidas as diretrizes e princípios do arcabouço legal pertinente. A partir de então poderão ser traçadas as metas, estratégias e ações, além de definir os indicadores para o PDDU, que irão contemplar os próximos produtos.

Segundo Fernandes (2012), as quatro esferas da análise SWOT podem ser definidas como segue abaixo, a Figura 8 apresenta a diagramação dessa ferramenta.

- Forças ou Pontos fortes (*Strengths*): são as variáveis internas e controláveis que propiciam condições favoráveis aos setores de saneamento em relação ao seu ambiente. São características ou qualidades interna, atual ou potencial que podem colaborar positivamente no desempenho do setor.
- Fraquezas ou Pontos fracos (*Weaknesses*): são consideradas as deficiências internas com capacidade de dificultar o desenvolvimento das atividades relacionadas à drenagem.
- Oportunidades (*Opportunities*): são variáveis contextuais ou circunstanciais e características do ambiente externo que possam ter

impacto sobre os setores de saneamento de forma que proporcionem certa facilitação para a concretização dos objetivos estratégicos estabelecidos;

- Ameaças (*Threats*): são variáveis, circunstâncias ou características do ambiente externo que possam ter impactos negativos sobre o desenvolvimento das metas e objetivos estabelecidos (FERNANDES, 2021).

Figura 8 – Esquema da matriz SWOT



Fonte: Evolua Ambiental (2021)

## 2.9.2 Cenarização

A técnica de criação de cenários vem sendo amplamente utilizada em estudos prospectivos, e esses cenários procuram delinear futuros alternativos que servirão como base na escolha das opções propostas, por meio da exploração dos pontos de mudanças e das tendências. O objetivo de estudar cenários é a visão antecipada dos eventos, permitindo então organizar as ações e os investimentos, otimizando os resultados e favorecendo a construção do futuro desejado (BUARQUE, 2003).

Para a formulação dos cenários se faz necessário o conhecimento de dados consistidos e atualizados, coletados na fase do diagnóstico, de um referencial teórico de interpretações através da análise SWOT e do esclarecimento dos princípios, objetivos e metas. Os cenários irão fornecer elementos para a criação do Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais Urbanas a ser desenvolvido na fase final do Plano (BUARQUE, 2003).

O cenário atual é formado a partir da compilação dos dados apresentados no diagnóstico e sua análise técnica. A projeção deste no tempo sem intervenção, é descrito como cenário futuro tendencial. Há também proposições de cenários alternativos de planejamento para um futuro proposto, conectando a situação inicial com a maneira que se deseja encontrar no futuro (BUARQUE, 2003).

No cenário tendencial apresenta-se o estudo de crescimento populacional e sua interferência no atual sistema de drenagem. Com um conteúdo teórico, projeta-se o cenário futuro a partir das ações atuais, onde além de apresentar a tendência dos prejuízos provocados pelas inundações e alagamentos, considera-se o aumento populacional sem a devida implantação de medidas de controle da drenagem urbana, apresenta o impacto das ações positivas.

No cenário desejável, os cenários anteriores passam por um tratamento racional das probabilidades, excluindo o crescimento populacional desorganizado e incluindo medidas eficazes para a contenção das inundações e alagamentos, com medidas estruturais e não estruturais para a micro e macrodrenagem. Neste são contemplados os anseios da comunidade e dos órgãos públicos. Por fim, o cenário proposto deve se aproximar das aspirações da sociedade em relação ao futuro, conjecturando o melhor dos cenários, ajustando os desejos à uma descrição plausível e viável, sendo então tecnicamente possível e politicamente e economicamente sustentável (BUARQUE, 2003).

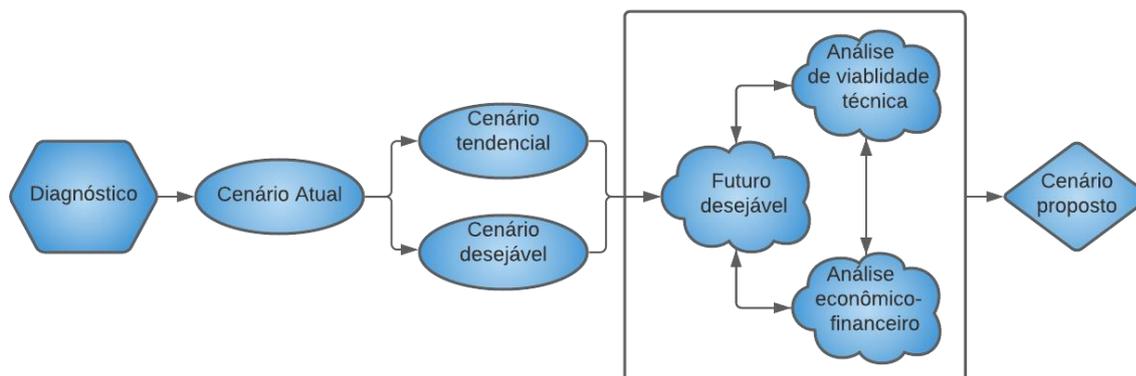
São premissas e princípios para a formulação dos cenários os seguintes itens:

- Considera-se como unidades de gestão as microbacias urbanas apresentadas no diagnóstico do sistema de drenagem;
- Serão consideradas as mesmas taxas de crescimento populacional para todos os cenários;
- Evita-se o impressionismo e o imediatismo.

Após a identificação da meta para atingir no futuro desejado, serão definidos programas, projetos e ações com a análise de melhor relação custo/benefício e de menor impacto ambiental para alcançar o almejado, que será a fase de prospecção, com proposições para o sistema de drenagem.

O caminho para alcançar a definição do cenário proposto está apresentada na Figura 9, em que após os estudos realizados na fase do diagnóstico, este passa a representar o cenário atual. A partir desse cenário, são estudados os dados e realizada a projeção populacional, conhecendo-se assim o cenário tendencial. No mesmo passo que é apresentado o cenário desejável, com todas as melhorias oportunas. Após o alinhamento com os *stakeholders*, é traçado o futuro desejável, onde são realizadas análises de viabilidade técnica das propostas, assim como análises econômico-financeira dessas, para que o cenário proposto esteja de acordo com a realidade político-financeira do município.

**Figura 9 – Metodologia de definição de cenário**



Fonte: Evolua Ambiental (2021)

### 3 PROGNÓSTICO

O Plano Diretor de Drenagem Urbana do município de Jaraguá do Sul, apresenta um horizonte de planejamento para os próximos 30 anos. Por consequência disso, o planejamento das ações para elaboração do futuro desejado visa atender as deficiências do setor de drenagem urbana existente atualmente no município e sugerir medidas que contemplem as demandas futuras provenientes da expansão populacional para o período de planejamento.

A partir das informações obtidas na fase de diagnóstico, são elaboradas estratégias de atuação para a melhoria e universalização dos serviços de drenagem urbana, que são identificados e descritos neste relatório. O prognóstico é a visualização dos cenários futuros para a drenagem urbana, e tais informações são fundamentais para indicar os caminhos necessários para a prospecção das demandas que surgirão.

#### 3.1 DENSIDADE DEMOGRÁFICA

O PDDU de Jaraguá do Sul utilizou o estudo populacional contratado pelo Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae), em maio de 2020. O estudo partiu dos levantamentos censitários do IBGE e as projeções das populações urbanas e rurais foram realizadas por meio do Método dos Componentes, que projeta cada variável demográfica separadamente (fecundidade, mortalidade e saldos migratórios).

Com os dados das projeções populacionais futuras e a espacialização destes dados por microbacias, áreas utilizadas para planejamento das ações, foi possível projetar a densidade demográfica para o horizonte de planejamento definido neste plano.

A Figura 10 e Tabela 3 apresentam a projeção resultante do estudo demográfico de Jaraguá do Sul para os anos de referência de planejamento do Plano Diretor de Drenagem Urbana.

**Tabela 3 - Projeção do crescimento populacional do Município de Jaraguá do Sul**

ANO	2022	2036	2051
Pop. Total (hab)	199.058	234.673	237.461
Pop. Urbana (hab)	188.817	224.761	227.980

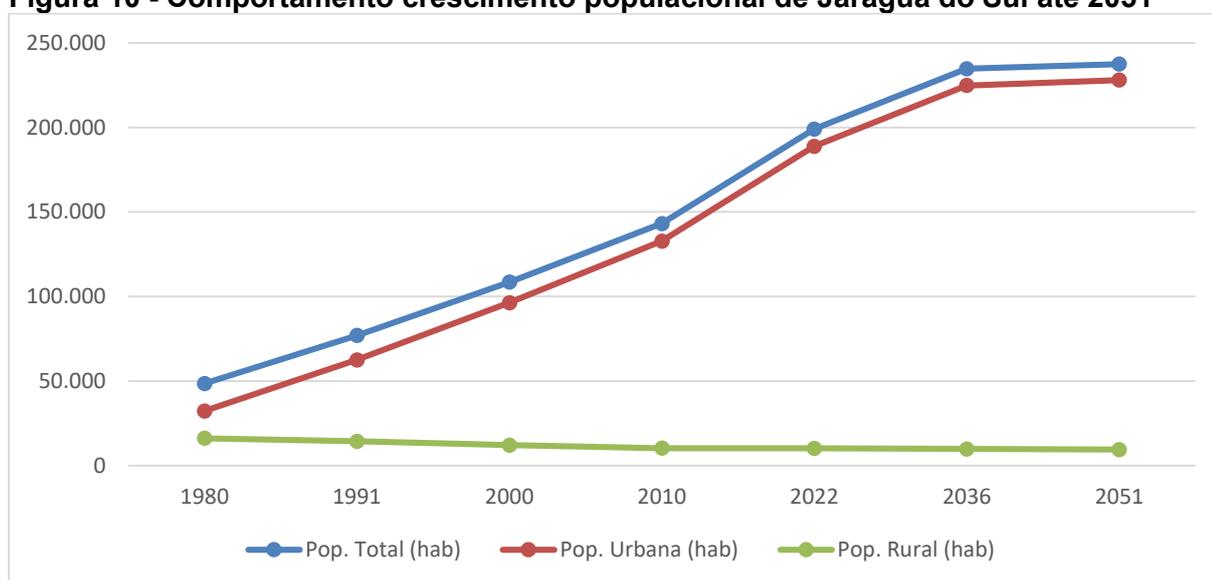
ANO	2022	2036	2051
Pop. Rural (hab)	10.241	9.912	9.482

Fonte: Adaptado de Samae (2020)

Observa-se que a tendência geral é que as populações totais e urbanas continuem crescendo ao longo dos próximos 30 anos e que a população rural mantenha a tendência dos últimos censos com decréscimo progressivo.

A Figura 10 apresenta o comportamento da evolução populacional ao longo dos anos no município de Jaraguá do Sul.

**Figura 10 - Comportamento crescimento populacional de Jaraguá do Sul até 2051**



Fonte: Adaptado de Samae (2020)

Ressalta-se que a perspectiva de instalação de um grande empreendimento no município pode alterar completamente a dinâmica de evolução populacional, aumentando significativamente a população urbana e densidade populacional, justificando uma revisão do estudo populacional.

As projeções dão suporte para que o prognóstico de cenários futuros seja embasado no comportamento da evolução do adensamento populacional para o horizonte de planejamento dos próximos 30 anos. Na Tabela 4 a população projetada para os horizontes de 2022, 2036 e 2051 é demonstrada por microbacias, unidades de planejamento definidas para este estudo, conforme destacado no diagnóstico do presente PDDU.

**Tabela 4 - Projeção apresentada para o município de Jaraguá do Sul, por microbacia**

MICROBACIA	POPULAÇÃO PROJETADA (HAB.)		
	2022	2036	2051
Barra do Rio Cerro	3.550	4.133	4.133
Córrego Ilha da Figueira	1.523	1.447	1.378
Córrego Tifa Pequena	30.419	37.555	38.493
Margem Direita do Rio Itapocuzinho	15.629	19.410	19.967
Ribeirão das Pedras Brancas	707	845	853
Ribeirão do Funil	5.757	7.053	7.215
Ribeirão dos Cavalos	4.399	5.121	5.177
Ribeirão Francisco de Paula	20.873	23.749	23.702
Ribeirão Grande da Luz	70.042	81.442	82.109
Ribeirão Três Rios	27.605	35.085	36.194
Rio da Luz	3.898	4.453	4.432
Rio da Molha	1.940	1.893	1.824
Rio do Cerro	2.474	2.574	2.504
<b>Totais</b>	<b>188.817</b>	<b>224.761</b>	<b>227.980</b>

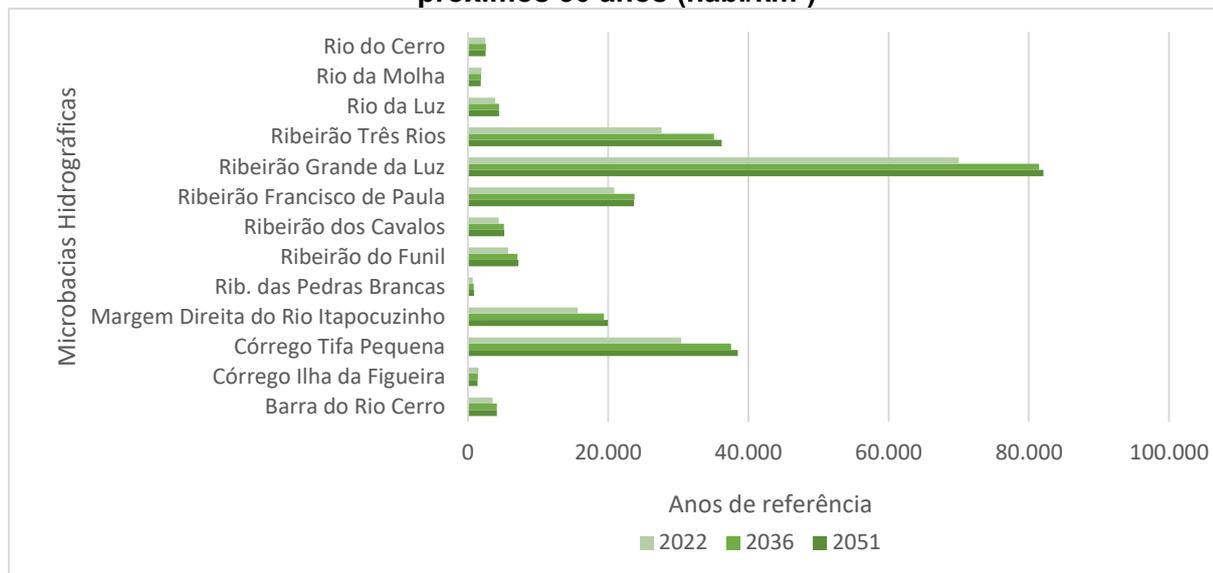
Fonte: Adaptado de Samae (2020)

A densidade demográfica identifica o número de indivíduos pela unidade de superfície e, conseqüentemente, quais as áreas mais povoadas segundo o IBGE. Para dimensionar e calcular a densidade demográfica das áreas estudadas, foram utilizados o estudo populacional desenvolvido em 2020 para Jaraguá do Sul por setor censitário, os setores censitários do IBGE e o mapeamento das microbacias hidrográficas da área urbana de Jaraguá do Sul. Por meio de ferramentas de geoprocessamento, pôde-se espacializar o estudo populacional para o horizonte de planejamento. Obteve-se assim as densidades populacionais em função das áreas de cada setor censitário e os mapas de densidade demográfica projetada para o ano de 2022, 2036 e 2051 para cada unidade de planejamento do PDDU.

Para a projeção dos domicílios utilizou-se também uma curva logística com a qual se obteve a tendência do número de pessoas por domicílio projetada e aplicada à população total. Uma vez feita a projeção inercial dos setores censitários essa projeção foi recalculada levando-se em conta o número de domicílios em 2020 baseado no cadastro do Samae, mas tendo-se como parâmetro a projeção da população calculada pelo Método dos Componentes.

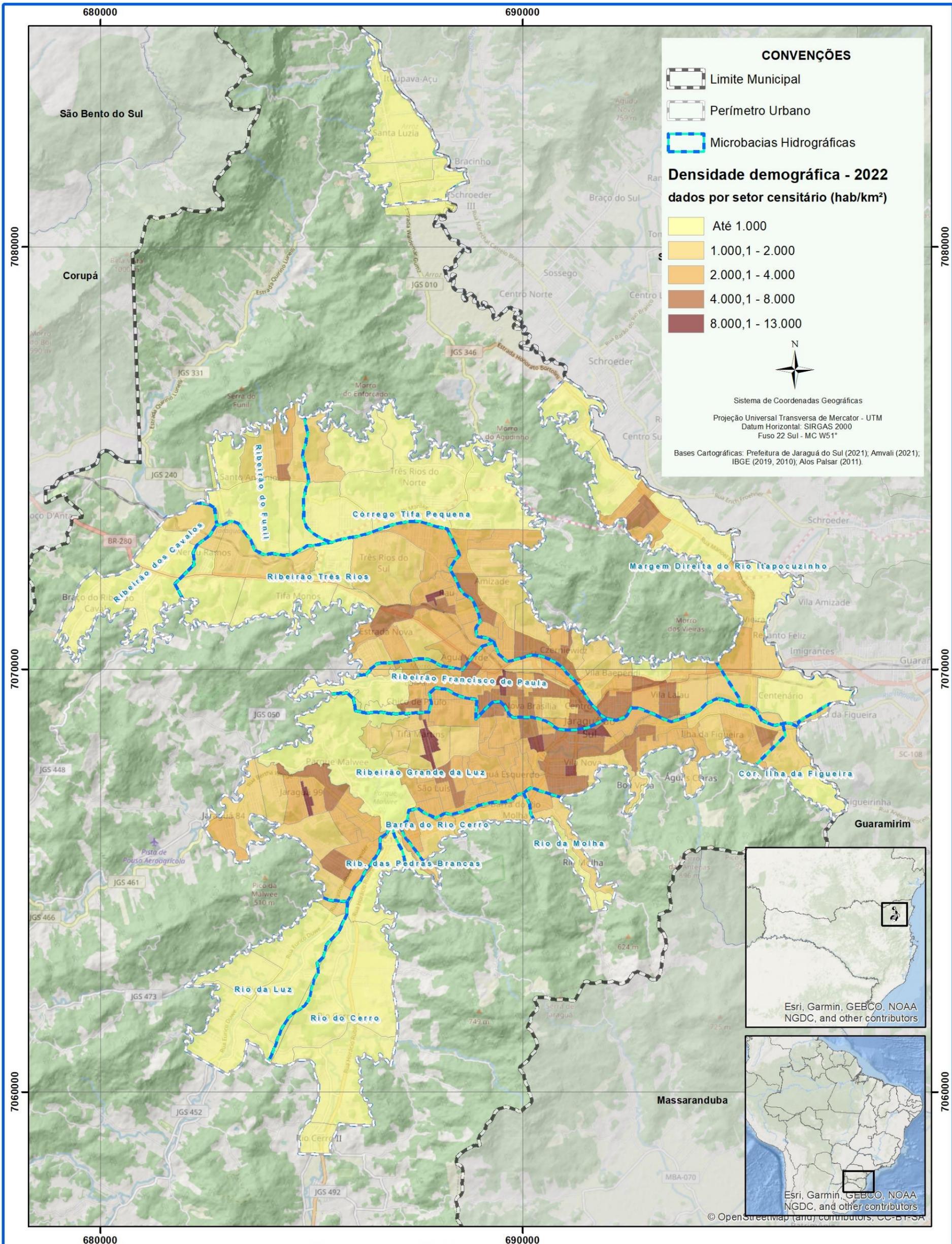
A Figura 11 facilita a visualização dos dados da Tabela 4, expondo a variação demográfica das microbacias e a projeção do desenvolvimento nos três períodos estipulados como norteadores do processo de planejamento.

**Figura 11 - Projeção da densidade demográfica das microbacias hidrográficas nos próximos 30 anos (hab./km<sup>2</sup>)**



Fonte: Adaptado de Samae (2020)

As densidades demográficas projetadas para os anos 2022, 2036 e 2051 estão apresentadas sequencialmente no Mapa 1 - Densidade demográfica projetada para o ano de 2022, Mapa 2 - Densidade demográfica projetada para o ano de 2036 e Mapa 3 - Densidade demográfica projetada para o ano de 2051.



Empresa Contratada

**EVOLUA**  
AMBIENTAL  
ENGENHARIA E ARQUITETURA

CNPJ 16.697.255/0001-95 | CREA/SC 149326-4  
 Endereço: Rua Gil Stein Ferreira, 357, Centro, Sala 706  
 CEP 88301-210, Itajaí-SC.  
 Fone: (47) 2125-1014  
 E-mail: contato@evoluambiental.com.br

[www.evoluambiental.com.br](http://www.evoluambiental.com.br)

Contratante

**SISTEMA AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE**

Município - Estado

**JARAGUÁ DO SUL - SANTA CATARINA**

Objeto

**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU**

**MAPA DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA PROJETADA PARA O ANO DE 2022 POR SETOR CENSITÁRIO (HAB/KM<sup>2</sup>)**

Elaboração

Nayla M. C. Libos

Eng.<sup>a</sup> Sanitarista e Ambiental | CREA-SC 090377-1

Folha

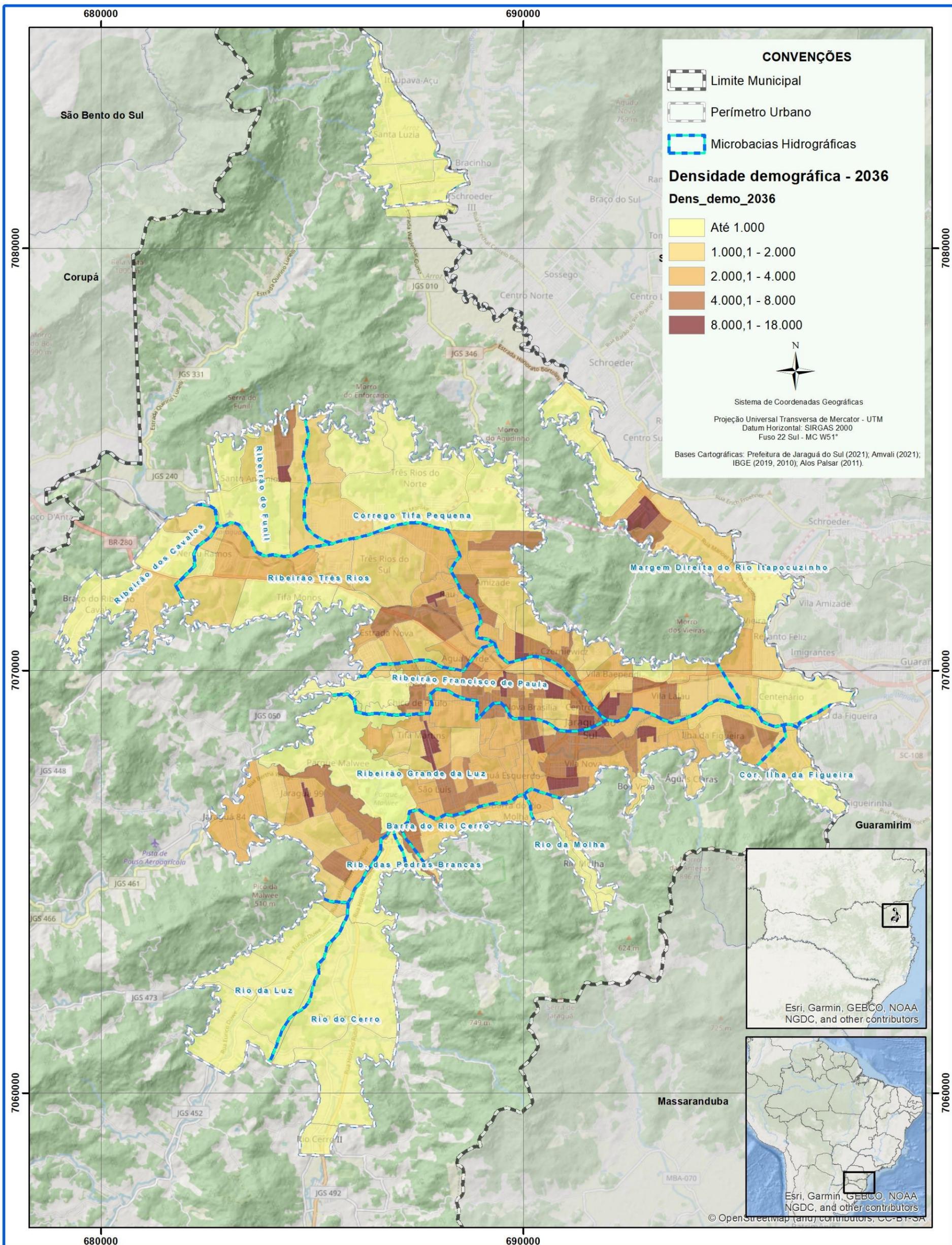
1 de 3

Data

Junho de 2021

Escala

1:85.000



**CONVENÇÕES**

- Limite Municipal
- Perímetro Urbano
- Microbacias Hidrográficas

**Densidade demográfica - 2036**  
Dens\_demo\_2036

- Até 1.000
- 1.000,1 - 2.000
- 2.000,1 - 4.000
- 4.000,1 - 8.000
- 8.000,1 - 18.000

Sistema de Coordenadas Geográficas  
Projeção Universal Transversa de Mercator - UTM  
Datum Horizontal: SIRGAS 2000  
Fuso 22 Sul - MC W51°

Bases Cartográficas: Prefeitura de Jaraguá do Sul (2021); Amvali (2021); IBGE (2019, 2010); Alos Palsar (2011).



Empresa Contratada

CNPJ 16.697.255/0001-95 | CREA/SC 149326-4  
Endereço: Rua Gil Stein Ferreira, 357, Centro, Sala 706  
CEP 88301-210, Itajaí-SC.  
Fone: (47) 2125-1014  
E-mail: contato@evoluambiental.com.br

[www.evoluambiental.com.br](http://www.evoluambiental.com.br)

Contratante

**SISTEMA AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE**

Município - Estado

**JARAGUÁ DO SUL - SANTA CATARINA**

Objeto

**PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU**

**MAPA DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA PROJETADA PARA O ANO DE 2036 POR SETOR CENSITÁRIO (HAB/KM²)**

Elaboração

Nayla M. C. Libos

Folha

2 de 3

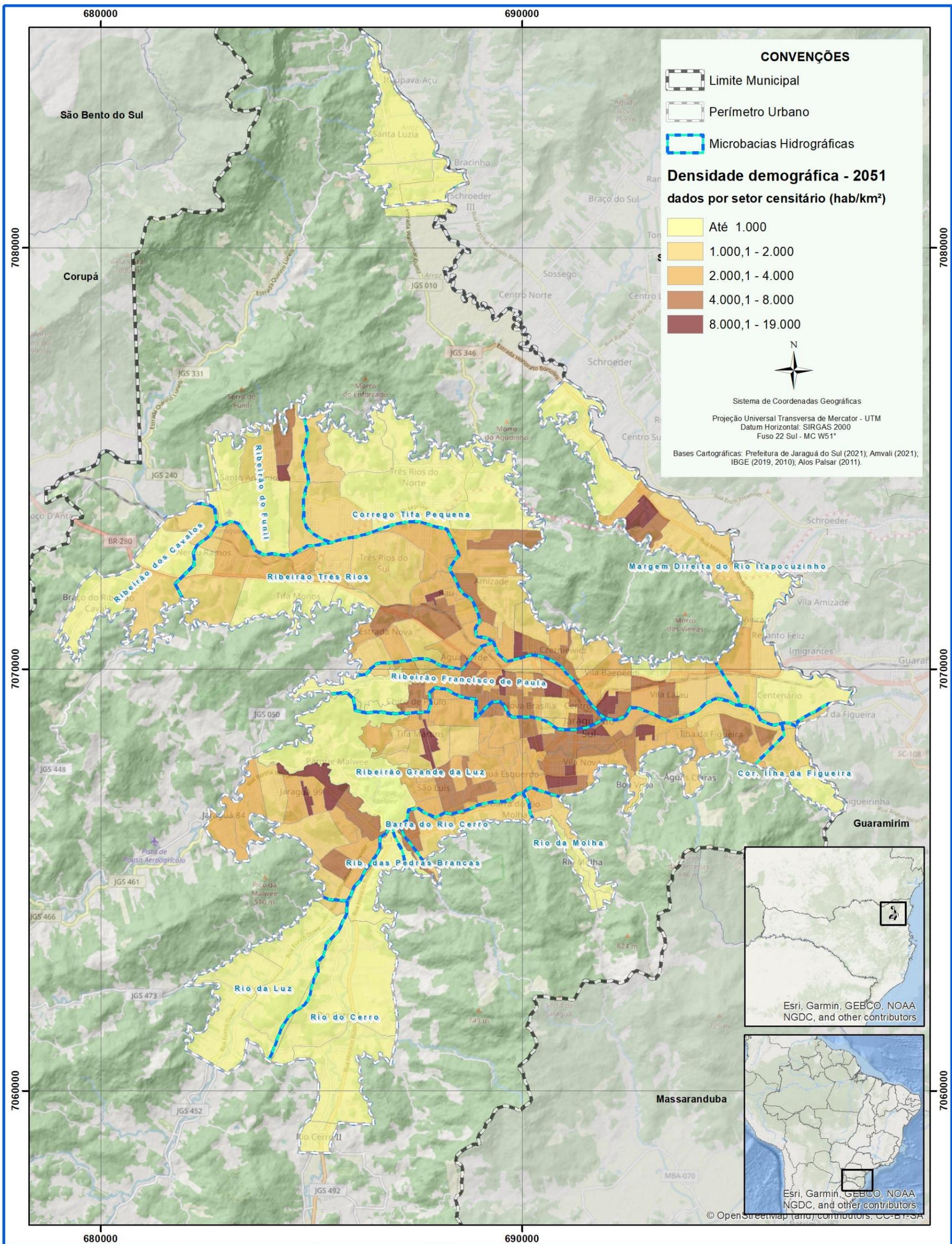
Escala

1:85.000

Data

Junho de 2021

0 1.250 2.500 5.000 m



Empresa Contratada



**EVOLUA**  
AMBIENTAL  
ENGENHARIA E ARQUITETURA

CNPJ 16.697.255/0001-95 | CREA/SC 149326-4  
Endereço: Rua Gil Stein Ferreira, 357, Centro, Sala 706  
CEP 88301-210, Itajaí-SC.  
Fone: (47) 2125-1014  
E-mail: contato@evoluaambiental.com.br

[www.evoluambiental.com.br](http://www.evoluambiental.com.br)

 <p><b>SAMAE</b> JARAGUÁ DO SUL</p>	Contratante	<b>SISTEMA AUTÔNOMO DE ÁGUA E ESGOTO - SAMAE</b>	
	Município - Estado	<b>JARAGUÁ DO SUL - SANTA CATARINA</b>	
	Objeto	<b>PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA - PDDU</b>	
<b>MAPA DE DENSIDADE DEMOGRÁFICA PROJETADA PARA O ANO DE 2051 POR SETOR CENSITÁRIO (HAB/KM<sup>2</sup>)</b>			
Elaboração	Folha	Escala	
Nayla M. C. Libos	3 de 3	1:85.000	
Eng. <sup>a</sup> Sanitarista e Ambiental   CREA-SC 090377-1	Data	Junho de 2021	
			

A partir dos mapas é possível verificar que a concentração populacional acontece na região central do município e se espalha pelas localidades do entorno, comportamento que se manteve desde as projeções de 2022 até 2051.

Ressalta-se que a microbacia do Ribeirão Grande da Luz é uma das bacias de maior extensão territorial e é também a mais populosa, com mais pontos de concentração composta por mais de 8.000,1 hab./km<sup>2</sup>. Essa característica tende a se estabelecer por todo horizonte de planejamento. A microbacia do Ribeirão das Pedras Brancas, apesar de pequena em área territorial, apresenta grande adensamento populacional em uma das margens do ribeirão, cuja densidade é superior a 4.000,1 hab./km<sup>2</sup>.

As áreas de ocupação predominantemente vegetal e as áreas periféricas do município, compõe as zonas de menor densidade demográfica de Jaraguá do Sul, apresentando um índice inferior a 1.000 hab./km<sup>2</sup>, conforme exposto nos mapas anteriores.

### **3.2 ANÁLISE SWOT**

Para realizar a análise SWOT adotou-se como ambiente interno tudo o que envolve diretamente a atuação da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul e suas Secretarias, por consequência atos do Samae, como autarquia municipal. Os municípios são considerados como parte do ambiente interno, em função da responsabilidade compartilhada. Enquanto como ambiente externo contempla-se tudo aquilo que não possui ação direta da Prefeitura, desde competência de outros órgãos e esferas até questões ambientais.

Para o desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem Urbana de Jaraguá do Sul, será aplicada e utilizada essa ferramenta de modo a potencializar a tomada de decisões visando o desenvolvimento sustentável. Além do mais, esta análise auxilia no desenvolvimento dos cenários.

### 3.2.1 Ambiente Interno

Como pontos fortes, constatou-se a existência de diversas leis que fortalecem o planejamento do manejo das águas pluviais, como o Plano Diretor de Organização Físico Territorial - Lei nº 219/2018; o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo - Lei nº 8.343/2020; o Código de Parcelamento do Solo - Lei nº 1.767/1993; e a lei que disciplina a regularização de imóvel cujas Áreas de Preservação Permanente tenham perdido suas funções ambientais - Lei nº 8.259/2020; e a lei que dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivos para captação de água da chuva, Lei nº 4.675/2007, todas essas apresentadas no Diagnóstico do Sistema de Drenagem.

Além das leis, foram apontados o Plano Municipal de Saneamento Básico (2017), o Plano Municipal de Redução de Riscos (2013), o mapeamento atualizado das áreas de risco de inundação, enxurradas e deslizamentos, o Plano de Prevenção de Cheias (2013), além de planos e projetos que discutem o futuro do município de forma sustentável. Existem também leis, programas e ações de recuperação e preservação das áreas de preservação permanente, como o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (2016), todos apresentados no relatório do diagnóstico.

O fato do sistema de microdrenagem estar sob responsabilidade de autarquia municipal especializada em saneamento é visto como um ponto de força, pois além de descentralizar o serviço, o Samae possui patrimônio constituído e recursos próprios. O trabalho descentralizado realizado pela autarquia melhorou a capacidade de gerenciamento das ocorrências em drenagem urbana, diminuindo o número de reclamações em espera para atendimento.

Ainda como pontos positivos, ou forças, indica-se a presença de dispositivos de drenagem no sistema viário, como redes, galerias, bocas de lobo, sarjetas e meio fio, além de contar com uma densa rede de microdrenagem no perímetro urbano. Outros dispositivos que auxiliam nos manejos das águas pluviais de Jaraguá do Sul como áreas de amortecimento são o parque linear, a existência de corredores verdes e praças.

Apontado como um ponto de fraqueza, o Código de Obras, que foi instituído em 1988, encontra-se desatualizado, havendo a necessidade de compatibilizá-lo com a legislação atual, complementares ao Plano Diretor Municipal. Ainda, o Código de Obras não delibera sobre as porcentagens de impermeabilização dos lotes, e este índice não está previsto nas demais legislações urbanas do município (PREFEITURA MUNICIPAL DE JARAGUÁ DO SUL, 1988).

Como pontos de fraquezas aponta-se a insustentabilidade financeira na prestação dos serviços de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, uma vez que não há cobrança específica para esse sistema. Outro ponto negativo é a inexistência de programas de educação ambiental específico para a área de drenagem, diminuindo a probabilidade de boas práticas por parte da população.

Apesar da ampla rede de microdrenagem, o histórico de alagamentos demonstra que o sistema se encontra subdimensionado e ou com problemas relacionados à manutenção, como necessidade de limpeza, desassoreamento e recuperação estrutural. Da mesma forma, a macrodrenagem também sofre com assoreamento em suas galerias e canais.

Não há um cadastro formalizado e atualizado sobre os canais de macrodrenagem, enquanto as galerias de microdrenagem, apesar de existentes em praticamente a totalidade do perímetro urbano, possuem um cadastro incompleto e impreciso. Historicamente, as obras de micro e macrodrenagem eram costumeiramente executadas sem a utilização de projetos prévios.

Ainda apontando os pontos fracos, a revisão do PMSB indicou o não cumprimento das metas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais aprovadas na elaboração do plano, como a implantação de programas de manutenções corretiva e preventiva, normatização dos projetos de drenagem, atualização do cadastro técnico de microdrenagem, projeto de macrodrenagem urbana, entre outros.

A inexistência de regulação dos serviços de drenagem urbana e manejo das águas pluviais é visto como uma fraqueza, assim como a deficiência na fiscalização para cumprimento de leis e normas vigentes de uso e ocupação do solo.

Aponta-se também como fraqueza as obras de retificação e canalização dos cursos d'água, que por aumentar a velocidade de escoamento, causam problema de erosão nas margens dos canais e, por vezes, diminuem a capacidade volumétrica

destes. Desta forma, são consideradas medidas ineficientes para uma boa gestão da drenagem urbana e manejo de águas pluviais. O Quadro 3 apresenta a síntese dos pontos levantados.

**Quadro 3 - Análise SWOT – Ambiente Interno**

STRENGTHS (FORÇAS)	WEAKNESS (FRAQUEZAS)
Leis municipais que fortalecem o planejamento do manejo de águas pluviais	Código de Obras desatualizado
Plano Diretor de Organização Físico Territorial (2018), com diretrizes definidas acerca da manutenção das áreas permeáveis do território do município	Inexistência de legislação sobre parcela máxima de impermeabilização do solo
Legislação que indica como obrigação do empreendedor a execução de sistema de drenagem pluvial em novos loteamentos	Insustentabilidade financeira na prestação dos serviços, uma vez que não há cobrança para prestação dos serviços em drenagem urbana e manejo de águas pluviais
Lei de consolidação urbana com diretrizes definidas ao controle do uso e ocupação de áreas de risco de movimentos de massas e enchente, e mapa de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa	Inexistência de programa de educação ambiental municipal
Lei que disciplina regularização ambiental de imóveis cuja APPs tenham perdido suas funções ambientais ou o curso d'água tenha deixado de ter características naturais em razão de ter sido tubulado	Unidades do sistema de microdrenagem subdimensionadas
Lei que dispõe sobre a obrigatoriedade das empresas projetistas e de construção civil a prover os imóveis residenciais e comerciais de dispositivos para captação de água da chuva	Insuficiência na limpeza e manutenção dos sistemas de drenagem urbana
Plano Municipal de Saneamento Básico (2017)	Assoreamento das galerias e corpos d'água
Plano Municipal de Redução de Riscos (2013)	Cadastro dos sistemas de microdrenagem incompletos, imprecisos e com insuficiência de dados
Mapeamento atualizado das áreas de risco de inundações, enxurradas e deslizamentos	Inexistência de cadastro de macrodrenagem
Plano de Prevenção de Cheias (2013)	Historicamente os serviços na microdrenagem eram executados sem desenvolvimento prévio de projetos
Planos e projetos que discutem o futuro da cidade sustentável	Não cumprimento das metas de drenagem urbana e manejo de águas pluviais aprovadas no PMSB
Leis, programas e ações de recuperação e preservação das áreas de preservação permanente	Inexistência de regulação dos serviços de drenagem e manejo de águas pluviais
Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (2016)	Deficiência de fiscalização para cumprimento das leis e normas vigentes de uso e ocupação do solo
Sistema de microdrenagem administrado por uma autarquia municipal – SAMAE	Ampliação ou novas edificações não exige a retenção de água pluvial
Equipe técnica especializada para prestação de serviços de drenagem urbana	Retificação e canalização dos cursos d'água
Capacidade de gerenciamento das ocorrências em drenagem urbana	
Sistema viário com dispositivos de drenagem, como redes, galerias, bocas de lobo, sarjetas e meio fio	
Área urbana com densa rede de microdrenagem	
Áreas de amortecimento, como parques lineares, corredores verdes e praças	

Fonte: Evolua Ambiental (2021)

### 3.2.2 Ambiente Externo

É visto como positivo o arcabouço legal na área de meio ambiente e drenagem urbana, sendo ponto de oportunidade de melhoria para a gestão dos serviços. Nesse ínterim destaca-se a Política Nacional do Saneamento Básico e a Lei 11.445/2007 e a existência de planos estaduais ou regionais com foco em áreas do meio ambiente, como o Plano Estadual de Recursos Hídricos e o Plano da Bacia Hidrográfica do Itapocu, a existência do comitê da Bacia do Itapocu e do Conselho Estadual de Recursos Hídricos. O Sistema de Informações sobre o Saneamento Básico atualizado é considerado um ótimo recurso para acompanhamento das atividades relacionadas ao setor. Ainda, os serviços prestados pela ANA e ARIS para regulação, monitoramento, aplicação da lei e planejamentos nos eixos do saneamento básico.

A estimativa de aumento da população indica a possibilidade de aumento de renda, pois haverá aumento de arrecadação de impostos e taxas municipais. Outro ponto de possível investimento está no acesso à recursos externos do Governo Estadual e Federal e de fundos como FUNASA, por meio de convênios ou de subsídios.

O apoio de órgãos para elaboração de projetos para a Prefeitura de Jaraguá do Sul, como a Associação dos Municípios do Vale do Itapocu (AMVALI) e o Comitê Itapocu é notável, haja visto o número de trabalhos existentes,

Em Jaraguá do Sul ainda há áreas adequadas para implantação de reservatórios de retenção e amortecimento dos fluxos d'água na zona urbana do município. Esses pontos positivos, são vistos como oportunidades de melhoria.

Como ponto de ameaça ao bom desenvolvimento das atividades de drenagem urbana e manejo de águas pluviais, há a pressão das comunidades para execução de pavimentação asfálticas em suas localidades, que caracteriza a modernização da área. Assim, faz-se necessário trabalhar na quebra de paradigmas, para fomentar ações para a permeabilidade dos lotes.

Segundo o mapa de uso de solo, apresentado no diagnóstico, 38% do solo em Jaraguá do Sul é considerado impermeabilizado, dificultando a absorção de água pluvial. Aliado a esse dado, temos que 45% da área urbana possui algum nível de

susceptibilidade de inundação por conta do relevo e tipo do solo, ou seja, naturalmente são áreas inundáveis.

A falta de percepção dos deveres como cidadão, aliado às características naturais de inundação, contribuem com o aumento do número de inundações. Isso porque há problemas de descarte de resíduos em local inapropriado, não manutenção de áreas permeáveis nos lotes, ocupação de áreas de risco de movimentos de massas e enchente. O resumo do apresentado como pontos negativos está no Quadro 4.

**Quadro 4 - Análise SWOT – Ambiente Externo**

OPORTUNITES (OPORTUNIDADES)	THREATS (AMEAÇAS)
Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e Lei 11.445/07	Pressão da população para execução de pavimentos asfálticos
Plano Estadual de Recursos Hídricos	38% de área impermeabilizada (urbanizada)
Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu	45% da área urbana possui algum nível de susceptibilidade de inundação
Aumento da população, ampliando a arrecadação	Falta de percepção dos deveres como cidadão
Comitê Itapocu	Ocupação em áreas de risco de movimentos de massas e enchente, e mapa de susceptibilidade a movimentos gravitacionais de massa
Aquisição de recursos externos (estaduais e federais)	
Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)	
Existência do SNIS - Sistema de Informações sobre Saneamento Básico	
ANA – Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico	
ARIS – Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento	
Existência de áreas livres para implantação de reservatórios de retenção e amortecimento dos fluxos d'água no perímetro urbano do município	
Apoio de órgãos para elaboração de projetos como AMVALI e Comitê Itapocu	

Fonte: Evolua Ambiental (2021)

### 3.3 CENÁRIO ATUAL

O estudo da evolução populacional mostrou que nas últimas 5 décadas, no município de Jaraguá do Sul, ocorreu um crescimento populacional médio de 3% a.a., onde houve um aumento da população urbana e um decréscimo da população rural. A densidade demográfica apresenta as mesmas características.

De acordo com os dados apresentados na fase do diagnóstico, percebe-se que o bom desenvolvimento do setor de saneamento básico, apesar da ineficiência do sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Fato esse comprovado pelas inúmeras vezes em que o município sofreu com inundação e alagamentos nas últimas 5 décadas.

As principais ruas do centro da cidade possuem a pavimentação asfáltica, que é material não permeável, impedindo a infiltração de águas pluviais. Nessas ruas, segundo dados da Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, quase a totalidade do perímetro urbano possui sistema de microdrenagem com os mais diversos tipos de dispositivos. O estudo de mapeamento do solo apontou que 38% da área urbana está impermeabilizada e o estudo realizado pelo CPRM apontou que 45% do município é susceptível a inundação.

No momento do levantamento da rede de microdrenagem na microbacia Chico de Paulo, constatou-se o assoreamento de muitas bocas de lobo, comprometendo o trabalho cadastral. Para resolver esse problema foi necessário o apoio do SAMAE com um equipamento hidrojato, para desassorear as bocas de lobo. Além do mais, há ocorrências de alagamentos em outros pontos do município, o que demonstra que há indício de que essa problemática de assoreamento ocorra nas demais microbacias urbanas. Constatou-se que o cadastro dos sistemas de microdrenagem está com insuficiência de dados, assim faltam argumentos técnicos para atestar que a atual rede de microdrenagem é suficiente.

No município contém canais naturais e artificiais de macrodrenagem, porém a inexistência do cadastro inviabiliza a análise do sistema. Há canalização e retificação de corpos d'água, como a retificação do Rio Cerro e a canalização do Rio Grande da Luz, além da ocupação das margens dos principais rios como o Jaraguazinho e a margem direita do Rio Itapocu.

A desatualização do Código de Obras (1988) dificulta o controle e a fiscalização eficiente, pois não contemplam as legislações atuais. Há lei municipal que disciplina a regularização ambiental de imóveis cuja APPs perderam suas funções ou o curso de água tenha sido tubulado. Entende-se a importância dessa ação para o município. Por outro lado, demonstra que existem áreas que possuíam importância ambiental para o manejo de águas pluviais e que este volume precisa ser amortizado por outras ações. No entanto, o município possui áreas de amortecimento como parques lineares, corredores verdes e praças que podem servir para mitigar a perda de APPs e a tubulação de cursos de água.

O Plano Municipal de Saneamento Básico foi revisado em 2015 e apontou a falta de cumprimento das metas propostas na sua primeira versão, datada de 2010.

Analisando-se até o ano atual, 2021, identificou-se o cumprimento da meta da formação de estrutura organizacional exclusiva para o setor, porém os demais itens continuam sem cumprimento. Além das metas da 1ª versão, a revisão apresentou novas metas como a implantação de programa de manutenção corretiva e preventiva; programa de educação ambiental e medidas de controle de poluição; índice de eficiência do sistema de macrodrenagem; normatização dos projetos de drenagem; atualização do cadastro técnico do sistema de microdrenagem; indicador de comprimento de rede por habitante; projeto de macrodrenagem urbana; medidas de controle na fonte (pavimentação permeável e reservatórios temporários), ainda sem implantação dessas.

É positivo o município ter Plano de Prevenção de Cheias (2013) e Plano Municipal de Redução de Riscos (2013) demonstrando que há um preparo para situações de riscos causados por fenômenos naturais. Aliado a isso, o município possui planos e projetos que discutem o futuro da cidade para que ocorra de forma sustentável, o que demonstra uma visão dos gestores públicos em relação aos riscos de desastres e a conservação do meio ambiente.

### **3.4 CENÁRIOS FUTUROS**

Os cenários prospectivos descrevem futuros alternativos para apoiar a tomada de decisão e a escolha de alternativas, desta forma é uma ferramenta de planejamento de uma realidade que possui riscos, surpresas e imprevisibilidade. Os cenários possuem incertezas, no entanto, analisam e sistematizam probabilidades dos eventos e dos processos extrapolando os pontos de mudança e das grandes tendências. Desta forma, as alternativas mais prováveis são antecipadas. Cenários permitem que ações sejam organizadas e investimentos sejam orientados para alcançar os resultados e facilitar a construção do futuro desejado (BUARQUE, 2003).

#### **3.4.1 Cenário tendencial**

O cenário tendencial foi elaborado por meio de um tratamento racional das probabilidades, excluiu-se vontades e desejos na formulação deste e focou-se na

extrapolação da interpretação da situação atual buscando-se expor para onde a realidade estudada deve evoluir sem interferências externas (BUARQUE, 2003).

O cenário tendencial demonstra o crescimento demográfico do município de Jaraguá do Sul com concentração na zona urbana, especialmente nas sub-bacias do Ribeirão Grande da Luz, Córrego Tifa Pequena, Ribeirão Três Rios e Ribeirão Francisco de Paula. Há leis municipais que fortalecem os instrumentos de planejamento em manejo de águas pluviais, assim como a implantação de novos loteamentos precisam ter sistema de drenagem pluvial, demonstrando que a urbanização tende a ser controlada.

Jaraguá do Sul possui Lei de Consolidação urbana com diretrizes para Uso e Ocupação de Áreas de Risco assim como mapas de suscetibilidade a desastres. Todas as legislações são relevantes para o crescimento ordenado da cidade, no entanto, o legado histórico não é contemplado. Ou seja, as áreas onde há ocorrência de eventos de inundação, enxurradas e movimentos de massa devem continuar registrando problemas. Como agravante, há a deficiência de fiscalização para cumprir as leis e normas vigentes de uso e ocupação do solo e não se constatou medidas para melhorar essa problemática.

O município de Jaraguá do Sul possui um Plano Diretor de Organização Físico Territorial (2018) com diretrizes para a manutenção de áreas permeáveis no município, o que é importante para direcionar o crescimento da mancha urbana. Por outro lado, inexistente legislação sobre parcela máxima de impermeabilização do solo, as leis existentes definem as taxas de ocupação e apontam a necessidade de se praticar um índice de permeabilidade, mas não definem uma proporção de área permeável no terreno, assim como não apresentam compensação de impermeabilização com detentores de água pluvial, por exemplo. Desta forma, as novas edificações podem contribuir para novas áreas com problemas de alagamentos.

A perda de áreas com importância ambiental para o manejo de águas pluviais, a partir da lei municipal que disciplina a regularização ambiental de imóveis cuja APPs perderam suas funções ou o curso de água tenha sido tubulado; demonstra uma tendência de manutenção da problemática no âmbito ambiental. Por outro lado, para compensar essa perda futura para o município, a intenção de possuir mais parques

lineares, corredores verdes e praças poderá mitigar a perda dessas APPs, apesar de não haver projetos oficiais para tal.

Há leis, programas e ações de recuperação e preservação das áreas de preservação permanente. Com essas medidas entende-se que no futuro as áreas ribeirinhas serão mantidas desocupadas, assim como as encostas, evitando-se assim a formação de novas áreas de risco.

A falta de cumprimento das metas estabelecidas no Plano Municipal de Saneamento Básico, no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, do Plano de Prevenção de Cheias, do Plano Municipal de Redução de Riscos e do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica demonstra o desafio para a gestão pública em executar o que está sendo proposto em outros planos.

Em relação a drenagem a área urbana possui uma rede densa de microdrenagem e o sistema viário possui dispositivos de drenagem (redes, galerias, bocas de lobo, sarjetas e meio fio), assim espera-se que cada vez mais ruas possuam esses dispositivos. No entanto, seguindo-se com o mesmo *modus operandi* (execução sem projeto e sem manutenção preventiva) tende-se a ter o sistema menos eficiente que o esperado.

A partir do momento que o Samae assumiu a drenagem urbana e o manejo de águas pluviais, a equipe técnica responsável tende a ser cada vez mais especializada e com profissionais capacitados para atuação em manejo de águas pluviais, com condições de gerenciar as ocorrências e planejar melhor as ações futuras. Por outro lado, a não cobrança pelo serviço gera insustentabilidade financeira e instabilidade para a gestão futura do sistema.

O município possui planos que alicerçam o desenvolvimento sustentável, demonstrando que há um preparo do município para situações futuras de riscos causados por fenômenos naturais. Com a falta de articulação da área de saneamento com a educação ambiental, a tendência é de que a responsabilidade pelo saneamento não seja compartilhada e a população siga alheia ao processo.

### 3.4.2 Cenário desejável

O cenário desejável buscou contemplar as aspirações dos tomadores de decisão em relação ao futuro, buscando-se a melhor previsão possível, respeitando-se o que é viável e plausível a partir do cenário atual. Este cenário contempla o desejo do melhor futuro possível de forma coerente e exequível (BUARQUE, 2003).

O cenário tendencial apontou o crescimento demográfico do município de Jaraguá do Sul com concentração na zona urbana, especialmente nas microbacias do Ribeirão Grande da Luz, Córrego Tifa Pequena, Ribeirão Três Rios e Ribeirão Francisco de Paula. No entanto, há leis municipais que fortalecem os instrumentos de planejamento em manejo de águas pluviais, assim como novos loteamentos precisam ter sistema de drenagem pluvial, demonstrando que a urbanização tende a ser controlada. Para que o município seja cada vez mais resiliente, além da Lei de consolidação urbana com diretrizes para uso e ocupação de áreas de risco, as áreas com problemas contarão com alternativas para prevenir e mitigar novas ocorrências de eventos de inundação e alagamentos. Nas áreas com maior vulnerabilidade, serão realizados estudos para viabilizar a remoção dos munícipes para áreas mais seguras e evitar a reocupação delas. Por meio das leis, programas e ações de recuperação e preservação das áreas de preservação permanente, as áreas ribeirinhas e as encostas serão mantidas sem novas ocupações, evitando-se assim a formação de novas áreas de risco.

Além do Plano Diretor de Organização Físico Territorial (2018) com diretrizes para a manutenção de áreas permeáveis no município, serão implantadas medidas diversas para tornar a cidade cada vez mais preparada para enfrentar os desastres naturais, especialmente aqueles de origem hidrológica. Desta forma, serão incorporadas medidas como: compensação de impermeabilização do solo nas novas edificações e reformas por meio de detentores de água pluvial; construção de parques lineares, praças, corredores verdes; utilização de pavimentos permeáveis em praças e grandes edificações, em substituição aos impermeáveis; utilização de lixeiras aéreas; articulação para recuperação de áreas degradadas; incentivo para calçadas com pavimentos permeáveis, construção de edificação em áreas alagáveis sobre

pilotis, manutenção de estradas rurais, controle de novos aterros, controle de cortes de morro e fiscalização para evitar a ocupação de áreas de risco.

Paralelamente à implantação das medidas sugeridas, a Secretaria Municipal de Obras e Serviços Públicos e demais órgãos afins irão implantar procedimentos operacionais padrões para melhorar a fiscalização a fim de cumprir as leis e normas vigentes de uso e ocupação do solo. Adicionalmente, o Código de Obras será revisado e haverá implantação de procedimentos padrões operacionais para controle e fiscalização das edificações e entornos, trazendo segurança e salubridade a todos.

Para alcançar o cenário desejável todas as ações presentes no Plano Municipal de Saneamento Básico serão cumpridas. No tocante à drenagem urbana e manejo de águas pluviais, destacam-se: implantação de programa de manutenção corretiva e preventiva, programa de educação ambiental e medidas de controle de poluição, índice de eficiência do sistema de macrodrenagem, normatização dos projetos de drenagem, atualização do cadastro técnico do sistema de microdrenagem, indicador de comprimento de rede por habitante, projeto de macrodrenagem urbana, medidas de controle na fonte (pavimentação permeável e reservatórios temporários).

Toda a área urbana terá rede de microdrenagem e o sistema viário dispositivos de drenagem (redes, galerias, bocas de lobo, sarjetas e meio fio). As redes serão executadas por meio de elaboração de projetos prévios e o sistema todo será revisto para evitar subdimensionamento. Onde este for constatado, projetos serão refeitos e executados. Além do mais, o sistema de drenagem terá limpeza e manutenção preventiva periódica. Paralelamente à expansão do sistema, será feito o levantamento e cadastramento dos sistemas de macro e microdrenagem, que se encontram especialmente onde estes estão incompletos ou imprecisos.

O sistema de drenagem urbana e manejo de águas pluviais será tarifado de forma justa para gerar sustentabilidade ao sistema. Desta forma, o SAMAE terá equipe técnica especializada e capacitada nessa área, com condições de gerenciar as ocorrências e planejar melhor as ações futuras. Assim, essa equipe poderá dar suporte à Defesa Civil e demais secretarias afins para trabalhar na prevenção de riscos de desastres e construir uma cidade cada vez mais resiliente, contemplando documentos já existentes como Plano de Prevenção de Cheias (2013) e Plano Municipal de Redução de Riscos (2013).

Com o auxílio da FUJAMA e da Secretaria Municipal de Educação, serão realizadas campanhas de educação ambiental para conscientização das crianças e adultos em relação à sua responsabilidade para o bom funcionamento do saneamento básico no município. Serão abordados os 4 temas do saneamento e a interrelação entre eles, além da importância da preservação e manutenção do meio ambiente. Essas campanhas serão contínuas.

Com o aumento da população, amplia-se a arrecadação, facilitando a execução dos programas e ações. Além do mais, por meio de novos projetos visando o desenvolvimento sustentável do município, serão acessados recursos externos de origem estadual e federal.

Todas as medidas propostas levarão em consideração as ações e metas propostas no Plano Estadual de Recursos Hídricos, Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e Plano Municipal de Saneamento Básico. Além do mais, serão respeitadas e incorporadas as legislações e recomendações do Comitê Itapocu, Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e Lei 11.445/07, Política Nacional de Defesa Civil, entre outras afins. Também haverá apoio da AMVALI e Comitê Itapocu para elaboração de projetos, além da revisão dos planos afins à drenagem urbana e ao manejo das águas pluviais.

### **3.4.3 Cenário proposto**

O cenário proposto considera mudanças que devem ser amadurecidas ao longo do processo. Visou-se explorar fatores de mudança que podem refletir em um futuro diferente da tendência. As incertezas estão relacionadas às mudanças comportamentais e quebra de paradigmas (BUARQUE, 2003).

O cenário proposto considera o crescimento demográfico com concentração na zona urbana, visando a verticalização do núcleo central, microbacia Chico de Paulo, evitando o avanço de novas áreas impermeabilizadas. A verticalização da área central reduz os custos de saneamento básico, porém é necessário o planejamento para promover a diversidade da paisagem e a qualidade de vida (JACOB, 2011).

O arcabouço legal será revisado e atualizado contemplando alternativas para prevenir e mitigar novas ocorrência de eventos de inundação e alagamentos, além de

manter desocupadas as áreas de maior vulnerabilidade. Dentre as alternativas serão adotadas: compensação de impermeabilização do solo nas novas edificações e reformas por meio de detentores de água pluvial; construção de parques lineares, praças, corredores verdes; utilização de pavimentos permeáveis em praças e grandes edificações, em substituição aos impermeáveis; utilização de lixeiras aéreas; articulação para recuperação de áreas degradadas; incentivo para calçadas com pavimentos permeáveis; construção de edificação em áreas alagáveis sobre pilotis; manutenção de estradas rurais; controle de novos aterros; controle de cortes de morro e fiscalização para evitar a ocupação de áreas de risco.

A rede de microdrenagem e o sistema viário serão executados conforme descritos no Manual de Drenagem pluvial, com elaboração de projeto prévio e o sistema de drenagem passará por manutenção preventiva periódica. Além do mais, nas áreas com histórico de alagamento, será feito o levantamento e cadastramento dos sistemas de macro e microdrenagem onde estes estão incompletos ou imprecisos. Esse trabalho servirá para a reestruturação do sistema de drenagem urbana e manejo das águas pluviais em áreas críticas.

Visando a sustentabilidade das ações planejadas, o serviço de drenagem urbana será tarifado de forma justa. Serão realizadas campanhas de educação ambiental para conscientização da população da importância dos serviços de saneamento básico, especialmente da drenagem urbana e manejo de água pluvial.

As medidas propostas no PDDU para este cenário consideram as legislações e recomendações do Comitê Itapocu, Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), Política Nacional de Saneamento Básico (PNSB) e Lei nº 11.445/07, Política Nacional de Defesa Civil, entre outras afins. Além dos Planos Municipal de Saneamento Básico, Estadual de Recursos Hídricos e o Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

As ações que envolvem o cenário proposto, assim como os atores envolvidos no seu desenvolvimento, encontram-se descritos no Quadro 5.

**Quadro 5 – Cenário proposto**

<b>AÇÃO</b>	<b>ATORES ENVOLVIDOS</b>
A rede de microdrenagem e o sistema viário serão executados conforme descritos no Manual de Drenagem pluvial	SAMAE, Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul

AÇÃO	ATORES ENVOLVIDOS
Articulação para recuperação de áreas degradadas	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, outros atores
Cadastramento dos sistemas de macro e microdrenagem onde estes estão incompletos ou imprecisos	SAMAE, Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Compensação de impermeabilização do solo nas novas edificações e reformas por meio de detentores de água pluvial	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Construção de edificação em áreas alagáveis sobre pilotis	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Construção de parques lineares, praças, corredores verdes	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Controle de cortes de morro	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Controle de novos aterros	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Crescimento demográfico na região central	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Educação ambiental	SAMAE, Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, outros atores
Fiscalização para evitar a ocupação de áreas de risco	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Incentivo para calçadas com pavimentos permeáveis	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Manutenção de estradas rurais	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul
Revisão do arcabouço legal	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul, outros atores
Tarifação do sistema de drenagem	SAMAE
Utilização de lixeiras aéreas	SAMAE
Utilização de pavimentos permeáveis em praças e grandes edificações, em substituição aos impermeáveis	Prefeitura Municipal de Jaraguá do Sul

Fonte: Evolua Ambiental (2021)

#### 4 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BASTOS, Patrícia Covre. **Efeitos da Urbanização sobre Vazões de Pico de Enchente**. Dissertação (mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal do Espírito Santo, Espírito Santo, 2009. Disponível em: [http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10218/1/tese\\_3681\\_Disserta%c3%a7%c3%a3o%20completa.pdf](http://repositorio.ufes.br/bitstream/10/10218/1/tese_3681_Disserta%c3%a7%c3%a3o%20completa.pdf), acesso em 28 de abril de 2021

BERTONI, Juan Carlos; TUCCI, Carlos E.M. (org.). **Inundações urbanas na América do Sul**. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

BRANCO, S. M. **Água: origem, uso e preservação**. São Paulo: Moderna, 1993.

BRASIL, Lei nº 11.445 de 05 de janeiro de 2007, que **Estabelece as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico**. Brasília, DF: Presidência da República, [2007]. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/L11445compilado.htm). Acesso em 01 jun 2021.

BRASIL, **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012**. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC; autoriza a criação de sistema de informações e monitoramento de desastres. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 11 abr. 2012.

BRASIL. **LEI 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. Brasília, DF [2020]. Disponível em [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm#view](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/14026.htm#view), acesso em 10 jun 2021

BUARQUE, S.C. - **Metodologia e Técnicas de Construção de Cenários Globais e Regionais**. Texto para discussão nº 939 Brasília: IPEA, 2003

CEMADEM, 2016. **Inundação**. Disponível em <http://www2.cemaden.gov.br/inundacao/>, acesso em 31 de maio de 2021.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Santa Catarina. Florianópolis: UFSC Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2011. 90 p.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010**: volume Brasil. Florianópolis: UFSC Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2012. 94 p.

CEPED - Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. **Capacitação Básica em Defesa Civil**: Livro-texto para Educação a Distância. Florianópolis: UFSC Universidade Federal de Santa Catarina - UFSC, 2011. 62 p.

COBRADE. Classificação e Codificação Brasileira de Desastres (Cobrade). Disponível em <http://www.defesacivil.rj.gov.br/images/formularios/COBRADE.pdf>, acesso em 14 jun 2021

ELOI, Waleska e Sérgio Santos. **Importância e conceitos básicos de hidrologia.** AULA de Princípios De Hidrologia Ambiental. UNESP. Disponível em: <https://capacitacao.ead.unesp.br/>, acesso em 27 de abril de 2021.

FERNANDES, Djair Roberto. **Uma visão sobre a análise SWOT como ferramenta para a elaboração da estratégia.** UNOPAR Cient., Ciênc. Juríd. Empres., Londrina, v. 13, n. 2, p. 57-68, Set. 2012

FGV. **Planejamento estratégico: como fazer e exemplos práticos.** Disponível em <https://www.decision.edu.br/blog-ebook-planejamento-estrategico-como-fazer-e-exemplos-praticos>. Acesso em 25 de maio de 2021.

FONDO PARA LA COMUNICACIÓN Y LA EDUCACIÓN AMBIENTAL (2017). **Ciclo hidrológico natural y urbano.** 13 de outubro de 2017. Disponível em: <https://agua.org.mx/biblioteca/ciclo-hidrolologico-natural-urbano/>. Acesso em: 24 maio 2021.

FREIRE, C. C; OMENA, S. P. F. **Princípios de Hidrologia Ambiental.** Esta disciplina foi desenvolvida utilizando como material de apoio os conteúdos elaborados para o Curso de Especialização em Gestão de Recursos Hídricos UFSC/UFAL, com financiamento do CNPq, no ano de 2005. UFSC, UFAL: 2005, 203 p.

JACOBS, Jane. **Morte e Vida de Grandes Cidades.** 3. ed. São Paulo: Editora WMF Martins Fontes, 2011.

JARAGUÁ DO SUL, **Lei Complementar nº 1.184 de 07 de junho de 1988.** Institui o Código de Obras do Município de Jaraguá do Sul e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC [1988]. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a2/sc/j/jaragua-do-sul/lei-ordinaria/1988/119/1184/lei-ordinaria-n-1184-1988-institui-o-codigo-de-obras-do-municipio-de-jaragua-do-sul-e-da-outras-providencias?q=1.184>, acesso em 07 jun 2021

JARAGUÁ DO SUL, **Lei Complementar nº 219 de 23 de outubro de 2018.** Dispõe Sobre a Revisão do Plano Diretor de Organização Físico Territorial de Jaraguá do Sul e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC [2018]. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/jaragua-do-sul/lei-complementar/2018/21/219/lei-complementar-n-219-2018-dispoe-sobre-a-revisao-do-plano-diretor-de-organizacao-fisico-territorial-de-jaragua-do-sul-e-da-outras-providencias#:~:text=Disp%C3%B5e%20Sobre%20a%20Revis%C3%A3o%20do,Sul%20e%20d%C3%A1%20outras%20provid%C3%A2ncias.&text=Art.,-1%C2%BA%20Esta%20Lei>, acesso em 07 jun 2021

JARAGUÁ DO SUL, **Lei Municipal nº 1.767 de 09 de dezembro de 1993**. Institui o Código de Parcelamento do Solo e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC [1993]. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a2/sc/j/jaragua-do-sul/lei-ordinaria/1993/177/1767/lei-ordinaria-n-1767-1993-institui-o-codigo-de-parcelamento-do-solo-e-da-outras-providencias?q=1767>, acesso em 07 jun 2021

JARAGUÁ DO SUL, **Lei Municipal nº 8.259 de 06 de março de 2020**. Disciplina a Regularização de Imóveis Cujas Área de Preservação Permanente Tenham Perdidos Suas Funções Ambientais ou o Curso D'água Tenha Deixado de Ter Características Naturais em Razão de Ter Sido Tubulado, no Município de Jaraguá do Sul, e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC [2020]. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/jaragua-do-sul/lei-ordinaria/2020/825/8259/lei-ordinaria-n-8259-2020-disciplina-a-regularizacao-ambiental-de-imoveis-cujas-areas-de-preservacao-permanente-tenham-perdido-suas-funcoes-ambientais-ou-o-curso-d-agua-tenha-deixado-de-ter-caracteristicas-naturais-em-razao-de-ter-sido-tubulado-no-municipio-de-jaragua-do-sul-sc-e-da-outras-providencias>, acesso em 07 jun 2021

JARAGUÁ DO SUL, **Lei nº 8.343 de 1º de junho de 2020**. Dispõe Sobre o Código de Zoneamento de Uso e Ocupação do Solo e dá outras providências. Jaraguá do Sul, SC [20]. Disponível em <https://leismunicipais.com.br/a/sc/j/jaragua-do-sul/lei-ordinaria/2020/834/8343/lei-ordinaria-n-8343-2020-dispoe-sobre-o-codigo-de-zoneamento-de-uso-e-ocupacao-do-solo-e-da-outras-providencias>, acesso em 07 jun 2021

KARMANN, I. **Água: ciclo e ação geológica**. In: TEIXEIRA, W.; FAIRCHILD, T. R.; TOLEDO, M. C. M. de; TAIOLI, F. (Orgs.). Decifrando a Terra. 2ª ed. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 2009. 623p.

MICHEL, G. P.; KOBAYAMA, M.; GOERL R. F. MICHEL, R. D. L. **Aplicação da hidrologia para prevenção de desastres naturais, com ênfase em mapeamento**. Jaraguá do Sul, 27 e 28 de agosto de 2012. Curso de Capacitação. Disponível em: <[https://static.fecam.net.br/uploads/1512/arquivos/298686\\_0922126001346420164\\_material\\_3\\_mapeamento\\_inundacao.pdf](https://static.fecam.net.br/uploads/1512/arquivos/298686_0922126001346420164_material_3_mapeamento_inundacao.pdf)>. Acesso em: 24 maio 2021.

MINISTÉRIO DAS CIDADES, **Termo De Referência Para Elaboração De Plano Diretor De Águas Pluviais Urbanas**. Brasília, DF: Ministério das Cidades, 2011, Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

MOREIRA, Luana Lavagnoli. **Análise do impacto da evolução urbanística sobre o sistema de drenagem urbana**. Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Departamento de Engenharia Ambiental, Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo. Vitória, 2014.  
[https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/analise\\_do\\_impacto\\_da\\_evolucao\\_urbanistica\\_sobre\\_o\\_sistema\\_de\\_drenagem\\_urbana\\_luana\\_lavagnoli\\_moreira.pdf](https://ambiental.ufes.br/sites/ambiental.ufes.br/files/field/anexo/analise_do_impacto_da_evolucao_urbanistica_sobre_o_sistema_de_drenagem_urbana_luana_lavagnoli_moreira.pdf) acesso em 26 de abril de 2021.

MOURA, J. M. B. M; MOURA, S. R. S.; VIEIRA, R. Bases conceituais para uma política de saúde pública integrada à gestão de riscos de desastres naturais. In: IX

Simpósio Nacional de Geografia da Saúde, 9, 2019, Blumenau – SC. **Anais eletrônicos...** Blumenau: 2019, p. 1 – 8. Disponível em: <<http://inscricao.eventos.ifc.edu.br/index.php/geosaude/geosaude/paper/viewFile/1384/302>>. Acesso em: 25 maio 2021.

NARVÁEZ, L.; LAVELL, A.; ORTEGA, G. P. **La gestión del riesgo de desastres: un enfoque basado en procesos.** Proyecto Apoyo a la Prevención de Desastres en la Comunidad Andina. Lima: PREDECAN, 2009.

ONU - Organização das Nações Unidas. **Como Construir Cidades Mais Resilientes: Um Guia para Gestores Públicos Locais.** Genebra: Nações Unidas, 2012.

ONU - Organização das Nações Unidas. **HABITAT III: Nova Agenda Urbana.** Documento adotado na terceira Conferência das Nações Unidas para Habitação e Desenvolvimento Urbano Sustentável. Quito: ONU, 2016. 24 p. Disponível em: <<http://uploads.habitat3.org/hb3/NUA-Portuguese-Brazil.pdf>>. Acesso em: 21 maio 2021.

PARKINSON, J. et al. **Relatório Drenagem Urbana Sustentável no Brasil.** In: Workshop, 2003, Goiânia – GO.

PORTO, R. L. **Fundamentos para a gestão da água.** São Paulo, 2012, 232 p. Disponível em: <<http://arquivos.ambiente.sp.gov.br/pactodasaguas/2011/05/livro-Fundamentos-da-Gestao-da-agua-sma.pdf>>. Acesso em: 25 maio 2021.

SAMAE, Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto. **Projeção da população residente e domicílios de uso permanente (total, urbana, rural e setores censitários) de Jaraguá do Sul do Estado de Santa Catarina no período 2010 a 2055.** Maio de 2020.

SILVEIRA, A. L. L. **Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica.** In: TUCCI, C. E. M. (Org.) Hidrologia: ciência e aplicação. Porto Alegre: Ed. da Universidade, ABRH, EDUSP, 1993, cap. 2.

TUCCI, Carlos E.M. **Drenagem Urbana.** Revista Ciência e Cultura. vol.55 no.4 São Paulo Oct./Dec. 2003. Disponível: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252003000400020#:~:text=IMPACTOS%20DO%20DESENVOLVIMENTO%20URBANO%20NA,produz%20grande%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo.&text=Pode%20se%20observar%20dessa%20equa%C3%A7%C3%B5es,bacia%20pela%20popula%C3%A7%C3%A3o%20\(3\)](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000400020#:~:text=IMPACTOS%20DO%20DESENVOLVIMENTO%20URBANO%20NA,produz%20grande%20impermeabiliza%C3%A7%C3%A3o%20do%20solo.&text=Pode%20se%20observar%20dessa%20equa%C3%A7%C3%B5es,bacia%20pela%20popula%C3%A7%C3%A3o%20(3)), acesso em 27 de abril de 2021.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água para um mundo sustentável.** Sumário executivo. 2015. Disponível em:

---

<[http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary\\_POR\\_web.pdf](http://www.unesco.org/new/fileadmin/MULTIMEDIA/HQ/SC/images/WWDR2015ExecutiveSummary_POR_web.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2021.

UNESCO. United Nations Educational, Scientific, and Cultural Organization.  
**Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos: água e emprego.** Sumário executivo. 2016. Disponível em: <<http://unesdoc.unesco.org/images/0024/002440/244040por.pdf>>. Acesso em: 14 ago 2021.

UNISDR - Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres.  
**Terminologia sobre a Redução de Risco de Desastres.** Genebra: ONU, maio de 2009. Disponível em: <<https://www.undrr.org/terminology>>. Acesso em: 25 maio 2021.

UNISDR - Escritório das Nações Unidas para a Redução de Riscos de Desastres.  
(2015). **Marco de Sendai para la Reducción del Riesgo de Desastres 2015-2030.**  
Sendai: United Nations, 2015. Disponível em:  
<[https://www.unisdr.org/files/43291\\_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf](https://www.unisdr.org/files/43291_spanishsendaiframeworkfordisasterri.pdf)>.  
Acesso em: 22 maio 2021.