

INSTITUTO FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
BACHARELADO EM ARQUITETURA E URBANISMO

BIANCA NUNES DE JESUS

**INFRAESTRUTURA VERDE: DIRETRIZES PARA AMENIZAR OS DANOS DAS
ENCHENTES E DOS ALAGAMENTOS ATRAVÉS DO USO DOS ESPAÇOS LIVRES**

Colatina

2021

BIANCA NUNES DE JESUS

**INFRAESTRUTURA VERDE: DIRETRIZES PARA AMENIZAR OS DANOS DAS
ENCHENTES E DOS ALAGAMENTOS ATRAVÉS DO USO DOS ESPAÇOS LIVRES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenadoria do Curso de Arquitetura e Urbanismo
do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Arquitetura e Urbanismo.

Orientadora: Prof^a Ma. Lizele Sthel Costa

Colatina

2021

**DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
(Instituto Federal do Espírito Santo – Biblioteca *campus* Colatina)**

J58i Jesus, Bianca Nunes de

Infraestrutura verde : diretrizes para amenizar os danos das enchentes e dos alagamentos através do uso dos espaços livres / Bianca Nunes de Jesus. – 2021

58 f. : il. ; 30 cm

Orientadora: Lizele Sthel Costa

Monografia (graduação) – Instituto Federal do Espírito Santo, Coordenadoria de Arquitetura e Urbanismo, Bacharelado em Arquitetura e Urbanismo, 2021.

1. Escoamento urbano – Colatina (ES). 2. Ecologia urbana – Colatina (ES). 3. Planejamento urbano – Colatina (ES). I. Costa, Lizele Sthel. II. Instituto Federal do Espírito Santo – *campus* Colatina. III. Título.

CDD 711.4098152

Elaborado por Richards Sartori Corrêa CRB 6-ES / 767

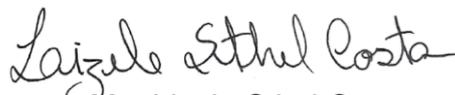
BIANCA NUNES DE JESUS

**INFRAESTRUTURA VERDE: DIRETRIZES PARA AMENIZAR OS DANOS
DAS ENCHENTES E DOS ALAGAMENTOS ATRAVÉS DO USO DOS
ESPAÇOS LIVRES**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Coordenadoria do Curso de Arquitetura e Urbanismo do Instituto Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Aprovado em 25 de março de 2021.

COMISSÃO EXAMINADORA


Me. Lizele Sthel Costa

Instituto Federal do Espírito Santo

Orientadora



Me. Julimara Alves Devens Souza

Instituto Federal do Espírito Santo



Arquiteto e Urbanista Adriano Giacomini Graziotti

Prefeitura Municipal de Linhares - ES

Obs.: Banca realizada a distância, via plataforma Google Meet, de acordo com o estabelecido na

Resolução nº 1/2020 do Conselho Superior do Ifes

RESUMO

O meio urbano tem crescido de forma rápida e desordenada, apresentando um planejamento urbano ineficiente que, dentre outras coisas, acaba permitindo a ocupação de áreas alagadiças e encostas. Juntamente a essa intensa urbanização das cidades vem o processo massivo de impermeabilização e o indevido uso e ocupação do solo e a drenagem urbana inadequada, causando assim problemas socioambientais nas cidades como as enchentes e os alagamentos e suas consequências. Diante desse cenário, os fenômenos naturais advindos das mudanças climáticas vem se acentuado e tornando-se agravados pela urbanização inadequada, percebendo-se que é um problema em muitas cidades brasileiras, inclusive em Colatina, local de estudo desse trabalho. Portanto, buscar soluções que amenizem esse problema significa não só proporcionar um melhor uso de espaços livres nas cidades e amenizar enchentes e alagamentos, mas também preservar o meio ambiente e a paisagem natural no meio urbano. Em razão do exposto, a presente monografia estuda como o uso de infraestruturas verdes podem intervir para buscar um melhor funcionamento da drenagem urbana de Colatina. Para isso, foi delimitado um recorte no Centro de Colatina e desenvolvido um estudo com base nos seguintes processos metodológicos: uma revisão bibliográfica dos principais temas, leitura do território, definição da área de interesse e indicação de diretrizes de mitigação dos alagamentos e enchentes, tendo como proposta o uso das infraestruturas verdes na área de estudo. Por fim, acredita-se que a implantação de infraestruturas verdes no sistema de drenagem urbana de Colatina podem contribuir para amenizar os desafios socioambientais enfrentados, como enchentes e os alagamentos, além de melhorar a qualidade de vida das pessoas.

Palavras chave: Drenagem Urbana. Infraestrutura Verde. Espaços livres. Planejamento urbano.

ABSTRACT

The urban environment has grown rapidly and disorderly, presenting inefficient urban planning that, among other things, ends up allowing the occupation of wetlands and slopes. Along with this intense urbanization of cities comes the massive waterproofing process and the improper use and occupation of land and inadequate urban drainage, thus causing socio-environmental problems in cities such as floods and floods and their consequences. In view of this scenario, the natural phenomena arising from climate change have been accentuated and have been aggravated by inadequate urbanization, realizing that it is a problem in many Brazilian cities, including Colatina, where this work is studied. Therefore, looking for solutions that alleviate this problem means not only providing a better use of free spaces in cities and alleviating floods and floods, but also preserving the environment and the natural landscape in the urban environment. In view of the above, this monograph studies how the use of green infrastructure can intervene to seek a better functioning of the urban drainage of Colatina. To this end, a section was delimited at the Colatina Center and a study was developed based on the following methodological processes: a bibliographic review of the main themes, reading of the territory, definition of the area of interest and indication of flood and flood mitigation guidelines, taking into account as proposed the use of green infrastructures in the study area. Finally, it is believed that the implementation of green infrastructures in the urban drainage system of Colatina can contribute to alleviate the socio-environmental challenges faced, such as floods and floods, in addition to improving the quality of life of people.

Keywords: Urban Drainage. Green Infrastructure. Free spaces. Urban planning.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Ilustração 1 - Localização do município de Colatina/ES	11
Ilustração 2 - Sistema drenagem usual	18
Ilustração 3 - Mecanismos para minimizar o impacto das chuvas	20
Ilustração 4 - Sistema de aproveitamento de água da chuva	21
Ilustração 5 - Estrutura de uma biovaletas	24
Ilustração 6 - Biovaletas ou valetas de biorretenção vegetadas	24
Ilustração 7 - Sistema de aproveitamento de água da chuva	25
Ilustração 8 - Jardim de chuva na praça Largo das Araucárias em Pinheiros, São Paulo.	25
Ilustração 9 - Desenho esquemático de um canteiro pluvial	26
Ilustração 10 - Canteiro pluvial em Portland, Oregon, EUA	27
Ilustração 11 - Corredor verde em São Paulo	28
Ilustração 12 - Grade Verde em Seattle, Washington.....	29
Ilustração 13 - Parque urbano no bairro Rieselfeld, Freiburg/Alemanha	31
Ilustração 14 - Infraestruturas Verdes em Vauban, Freiburg/Alemanha.....	32
Ilustração 15 - Áreas inundadas associadas à diferentes cotas na régua da estação Colatina Corpo de Bombeiros	34
Ilustração 16 - Mapa de expansão urbana de Colatina-ES.....	36
Ilustração 17 - Série de vazões médias diárias máximas anuais (m ³ /s) do Rio Doce em Colatina.	37

Ilustração 18 - Mosaico das três grandes enchentes que ocorreram em Colatina.....	38
Ilustração 19 - Áreas inundadas associadas as principais cheias históricas	39
Ilustração 20 - Mosaico de imagens local atualmente	41
Ilustração 21 – Mapa de proposta de biovaletas.....	42
Ilustração 22 - Exemplo de biovaletas a serem implantada	42
Ilustração 23 - Mosaico de imagens situação atual	43
Ilustração 24 - Mapa de proposta de jardim de chuva	44
Ilustração 25 - Exemplo de jardim de chuva a ser implantado	44
Ilustração 26 - Exemplo de corredor verde	45
Ilustração 27 - Avenida Getúlio Vargas atualmente	46
Ilustração 28 - Mapa proposta Corredor Verde.....	47
Ilustração 29 - Mapa espaços livre e vazios urbanos	49
Ilustração 30 - Mosaico espaços existentes	50
Ilustração 31 - Quadro de tipologias e mecanismos	51

LISTA DE SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas

CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

IGAM – Instituto Mineiro de Gestão das Águas

IPCC – Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas

PDU – Plano Diretor Urbano

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO	10
2.	OBJETIVOS	14
2.1	OBJETIVO GERAL.....	14
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	14
3	REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1	PLANEJAMENTO URBANO E MEDIDAS DE CONTROLE DAS ENCHENTES	15
3.2	DRENAGEM URBANA	17
3.2.1	Medidas Estruturais	19
3.2.2	Medidas não estruturais	22
3.2.3	Tipologias de Infraestrutura Verde	22
3.3	ESPAÇOS POTENCIAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VERDE	29
4	METODOLOGIA.....	33
4.1	DRENAGEM URBANA	33
4.2	DIRETRIZES DE CONTROLE DE ENCHENTES COMO O USO DE INFRAESTRUTURAS VERDES	34
5	LEITURA DO TERRITÓRIO	35
5.1	CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO.....	35
5.1.1	Histórico das Enchentes em Colatina	36
5.2	INTERVENÇÃO.....	40
5.2.1	Soluções de Infraestrutura Verde.....	40
5.2.2	Mobilidade Urbana	45
5.2.3	Espaços livres e vazios Urbanos.....	47
6	CONCLUSÕES	53
	REFERÊNCIAS.....	54

1. INTRODUÇÃO

O meio urbano tem crescido de forma rápida e desordenada, apresentando um planejamento urbano ineficiente que, dentre outras coisas, acaba permitindo a ocupação de áreas alagadiças e encostas. Isso tem causado mudanças no ambiente construído em que vivemos, o qual está diretamente ligado ao ambiente natural. Toda essa ocupação em locais impróprios causa interferências na natureza em grande parte irreversíveis, acrescentando o risco de devastação pela perda da proteção natural (VASCONCELLOS, 2015).

O planeta já vem apresentando sintomas dessas interferências, e mostrando que esse ciclo constante de destruição e regeneração está deixando cicatrizes. Segundo previsões do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas – IPCC (2014), a vulnerabilidade das cidades quanto às mudanças climáticas está cada vez mais visível. Eventos como chuvas intensas e temperaturas elevadas tornam-se cada vez mais frequentes em todo o Brasil, principalmente nas regiões Sul e Sudeste. De acordo com Ribeiro e Santos (2016, p.12):

A supressão de ecossistemas, desencadeada pelo crescimento urbano desenfreado, é um dos principais fatores de redução da resiliência das cidades, deixando-as mais vulneráveis aos problemas atuais e futuros, que poderão ser acentuados pelas mudanças climáticas, como o aumento das ilhas de calor, poluição do ar e inundações.

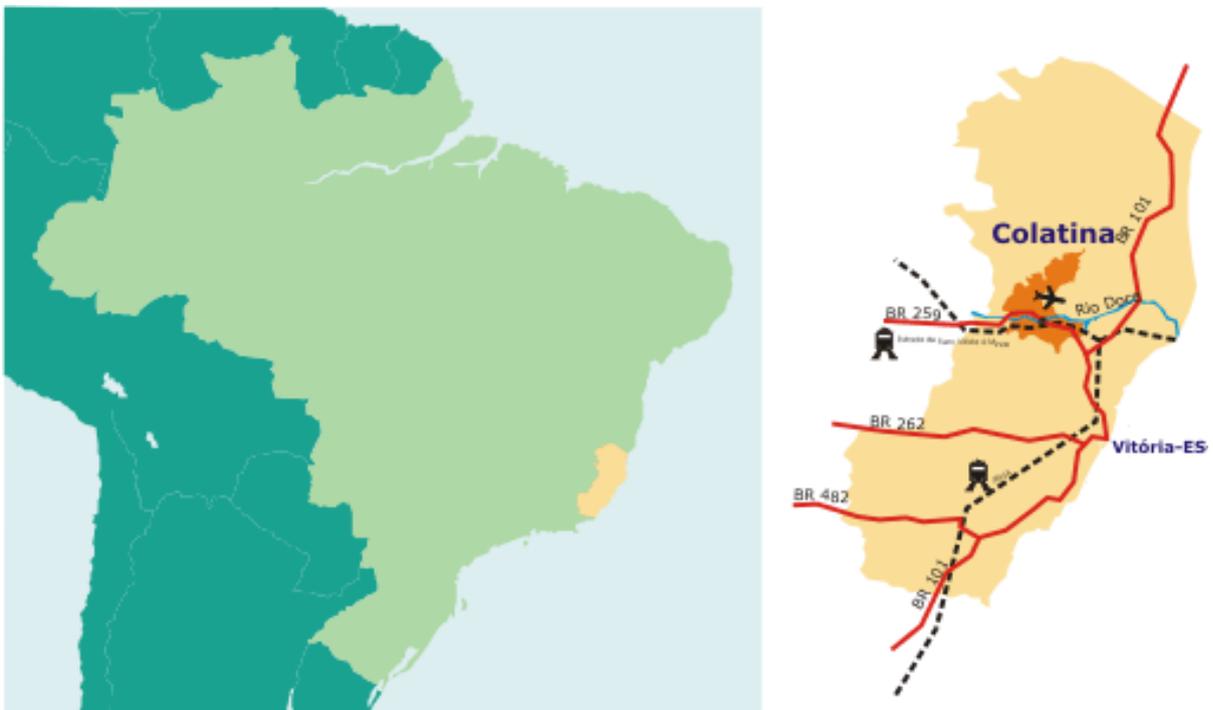
O Sudeste, por exemplo, região de grande importância para Brasil por sua economia e maior desenvolvimento quando comparada às outras regiões, apresenta cidades populosas como Rio de Janeiro, Belo Horizonte e São Paulo, onde o problema dos alagamentos é recorrente. A ocupação desordenada em áreas indevidas atrelada às fortes chuvas do verão, provocam grandes alagamentos que assolam toda a região (MILANEZ; FONSECA, 2010).

O Estado do Espírito Santo, em virtude do clima e relevo, também tem enfrentado problemas no período de intensas chuvas (SILVA et al., 2010). De acordo com Mello et al. (2012, p.1881), “A concentração de chuvas no verão é especialmente destacada na região do Rio Doce, onde 80,8 % do total precipitado ocorre entre outubro e março”. Nesse período, as cidades situadas em encostas, ribeirinhas e alagadiças, são as mais

suscetíveis a desastres naturais como inundações e deslizamentos, e, conseqüentemente, são as que mais sofrem perdas financeiras e humanas.

Colatina, cidade do noroeste do Espírito Santo localizada às margens do Rio Doce, é um dos municípios que apresenta essa problemática, cujos alagamentos na região ocorrem frequentemente (Ilustração 1). Segundo Simões (2016, p. 51), “Nas épocas de eventos torrenciais, é comum que o nível do rio se eleve e seu volume extravase para o leito maior, atingindo as áreas de várzeas atualmente ocupadas por edificações”.

Ilustração 1 - Localização do município de Colatina/ES



Fonte: Colatina (2021).

Nos anos de 1979 e 2013, a cidade registrou suas piores inundações. Em 1979, chegou a chover fortemente durante um mês inteiro em todo o Estado e o número de mortes chegou à casa de três dígitos, tendo sido Colatina um dos municípios mais atingidos por essa forte chuva (COUTINHO; MOTTA, 2016). Ainda segundo os autores, na enchente de 2013, que durou cerca de duas semanas, foram registradas oito mortes e muitos ficaram desabrigados.

Não há dúvidas de que essas duas grandes enchentes deixaram marcas na vida dos colatinenses, e que o medo de que uma próxima enchente aconteça aumenta com esses eventos. Uma grande causa desse problema é o crescimento desordenado e o assoreamento e o estreitamento do leito do rio. A cidade, por ser erguida às margens do Rio Doce, é vulnerável às suas frequentes cheias.

Nesse contexto, é importante pensar em alternativas que minimizem os danos causados pelos alagamentos. A infraestrutura verde apresenta-se então como uma alternativa de planejamento sustentável, passível de ser implantada com a proposta de tornar possível a mitigação das cheias urbanas. Conforme Ferreira e Machado (2010, p.69), essa infraestrutura apresenta-se como uma:

[...] rede de áreas naturais e áreas abertas fundamentais para o funcionamento ecológico do território, contribuindo para a preservação dos ecossistemas naturais, da vida selvagem, para a qualidade do ar e da água e para a qualidade de vida dos cidadãos.

Dessa forma, entende-se que as infraestruturas verdes podem e devem ser aplicadas a fim de melhorar o funcionamento das cidades, agindo na drenagem e escoamento superficial, auxiliando assim na amenização das enchentes urbanas. Para isso, elas devem ser usadas com intuito de integrar o ambiente natural e construído através de tipologias paisagísticas como biovaletas, canteiro pluvial, grade verde e jardim de chuva (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

As infraestruturas verdes também permitem a retomada das relações entre as pessoas e os espaços livres que existem nas cidades, relação que está diretamente ligada à qualidade de vida das pessoas. Para Vasconcellos (2015, p.31-32):

A infraestrutura verde pode ser definida como uma rede interconectada estrategicamente planejada e gerida de áreas naturais, paisagens rurais e outras áreas livres que conserva os valores e funções dos ecossistemas naturais, mantêm o ar e a água limpos, e proporciona um grande leque de benefícios para o homem e a vida silvestre.

Diante do cenário apresentado, percebe-se que as enchentes urbanas são um problema frequente e agravante em muitas cidades brasileiras, inclusive em Colatina, local de estudo desse trabalho. Portanto, buscar soluções que amenizem esse problema significa não só proporcionar um melhor uso de espaços livres nas cidades e

amenizar enchentes e alagamentos, mas também preservar o meio ambiente e a paisagem natural no meio urbano.

Em razão do exposto, a presente monografia pretende estudar como o uso de infraestruturas verdes podem intervir para buscar um melhor funcionamento da drenagem urbana de Colatina, integrando os ambientes naturais aos construídos, ao passo que pode proporcionar benefícios ao meio urbano, através de uso dos espaços livres.

2. OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Elaborar diretrizes que contemplem estratégias de infraestruturas verdes na amenização dos impactos das enchentes e dos alagamentos em Colatina-ES.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Elaborar uma revisão bibliográfica acerca das enchentes e das soluções de drenagem urbana, com ênfase na infraestrutura verde;
- b) Definir no perímetro urbano de Colatina o recorte da área que mais sofre com os alagamentos;
- c) Apresentar um levantamento dos espaços livres, clima e enchentes em Colatina;
- d) Indicar diretrizes de controle de enchentes para a área em estudo, com base em infraestruturas verdes.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 PLANEJAMENTO URBANO E MEDIDAS DE CONTROLE DAS ENCHENTES

O processo de ocupação das cidades é um fenômeno que vem aumentando gradativamente nos últimos tempos, ponto de acordo com a projeção do censo do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE para 2019, a qual foi de que 84% dos brasileiros viveriam em meio urbano. Como efeito desse aumento, os problemas urbanos crescem, pois, as cidades não conseguem acompanhar essa urbanização tão acelerada com tanta diversidade de escalas territoriais e municipalidades (DUARTE, 2009).

Diante desse cenário crescente de urbanização, o aparelhamento de recursos hídricos e de drenagem das cidades, como abastecimento de água, coleta de esgoto e pluvial, acabam sendo comprometidos devido à grande concentração e ao aumento de pessoas nas cidades (TUCCI, 1997).

O planejamento da ocupação do espaço urbano no Brasil, não tem considerado aspectos fundamentais, que trazem grandes transtornos e custos para a sociedade e para o ambiente. O desenvolvimento urbano brasileiro tem produzido aumento significativo na frequência das inundações, na produção de sedimentos e na deterioração da qualidade da água (TUCCI, 1997, p. 5).

As cidades se desenvolvem em um *'looping'* constante de ocupação inadequada do solo e carência de infraestrutura urbana, e, em virtude disso, grandes são os prejuízos socioambientais e econômicos, tornando o planejamento urbano imprescindível. Esse instrumento busca o ordenamento das cidades, e assim alcançar uma melhor qualidade de vida para os habitantes deste meio. Para Duarte (2009), planejamento trata-se de um agrupamento de medidas que tem por objetivo tornar possível, diante dos fatores que influenciam e os recursos disponíveis para tal ação, a realização do que se deseja. Tal fato mostra principalmente que a junção dessas medidas precisa ser organizada de forma a não causar outros problemas e assim atingir sua finalidade.

Essa organização das cidades ocorre por meio de leis e regulamentos específicos para cada região, sendo o Plano Diretor o principal instrumento de planejamento. Segundo Pacheco (2017, n.p.), os Planos Diretores “[...] são instrumentos básicos da política de desenvolvimento de uma cidade. É a legislação que define as diretrizes para a gestão territorial e a expansão dos municípios.” Em 1988, a Constituição Brasileira (BRASIL,

1988) inseriu em seu texto um capítulo sobre política urbana. Em 2001 entrou em vigor o Estatuto da Cidade, Lei nº 10.257, o qual estabeleceu que todas as cidades com mais de 20.000 habitantes, além de outras especificidades, obrigatoriamente elaborassem seus Planos Diretores direcionados à realidade de cada município e fixando normas de ocupação do solo (BRASIL, 2001).

Dentro do arcabouço de diretrizes e determinações existentes no Plano Diretor, o uso e ocupação do solo é a base que regulamenta como o território deve ser ocupado em prol dos interesses da sociedade como um todo (DUARTE, 2009).

Vale lembrar que essas diretrizes tentam atenuar o crescimento desordenado, freando a expansão em áreas ambientalmente importantes. As determinações previstas vêm disciplinar o uso do solo, numa tentativa de proteger o meio ambiente, contribuindo, dentre outros fatores, para amenizar o problema das cheias e enchentes urbanas. Porém, a legislação sem fiscalização e sem uma aplicação coerente, não está sendo suficiente para conter o avanço do território urbanizado sobre o natural, e os problemas como os de drenagem pioram ao longo dos anos. A utilização de medidas mitigadoras face a realidade dos problemas urbanos é, portanto, uma forma de contribuir com o planejamento, através de atuação mais direta (DUARTE, 2009).

É importante destacar que os termos enchentes e alagamentos apesar de serem utilizados muitas vezes como sinônimos, possuem significados distintos. Segundo Santos (2010, p.30), as enchentes são momentâneas “conhecido pela elevação temporária do nível d’água ao longo de um canal de drenagem decorrente ao aumento da vazão ou descarga”. Já o termo alagamento, vem de uma ineficiência no sistema de drenagem urbana quando o coeficiente de escoamento está baixo causando um acúmulo das águas pluviais (SANTOS, 2010). Dessa forma, nesse estudo é adequada a utilização dos dois termos, pois tratam-se de águas pluviais que interferem o correto funcionamento das cidades causando transtornos e impactos socioambientais.

Pontuando as enchentes urbanas dentro dos problemas das cidades, verifica-se que as mesmas advêm da crescente urbanização desordenada e relacionam-se a muitos aspectos, dentre eles se acentua o imoderado parcelamento do solo, que traz consigo a impermeabilização dessas superfícies, a ocupação nas margens dos rios – que são áreas naturais e de frequente inundação – e a drenagem com capacidade inadequada

para regiões com concentração de pessoas. Desse modo, entende-se que a expansão das cidades deve ser acompanhada de um planejamento urbano que leve em consideração os mecanismos de drenagem (POMPÊO, 2000).

O Plano Diretor de Drenagem Urbana surge, então, como uma ferramenta de extrema relevância, sendo um conjunto de diretrizes que buscam viabilizar um correto funcionamento do sistema de drenagem (PINTO; PINHEIRO, 2006). De acordo com Tucci (1997), esse instrumento objetiva planejar uma correta distribuição das águas, a fim de fornecer uma infraestrutura capaz de evitar desastres ambientais, como as enchentes, por meio de mecanismos de controle.

As diretrizes básicas para a elaboração de um plano diretor de drenagem urbana é fazer uma distribuição planejada de água de forma a conciliar o desenvolvimento urbano e a infraestrutura urbana existente afim de evitar desastres econômicos e ambientais, além de controlar o uso e ocupação do solo em áreas vulneráveis às enchentes (TUCCI, 1997). Para Colombo (2002), ao desenvolver projetos de drenagem urbana é necessário que se tenham soluções de caráter preventivo e corretivo, sendo o plano diretor preventivo uma prevenção para as áreas próximas às cidades que ainda estão em crescimento urbano. Já o plano diretor corretivo, quando há maior desenvolvimento, procurando assim encontrar as melhores soluções para os problemas envolvidos.

3.2 DRENAGEM URBANA

Para Soares et al. (2015, p.163) drenagem urbana é um “[...] conjunto de elementos destinados a recolher as águas pluviais precipitadas sobre uma determinada região e que escorrem sobre sua superfície, conduzindo-as a um destino final”. A impermeabilização das superfícies é um problema cultural antigo e faz com que diminua a infiltração da água no solo. Segundo Laurentis (2017, n.p.):

A drenagem urbana é um termo que representa com fidelidade a prática de décadas passadas em que o problema de águas pluviais nas cidades era resolvido apenas tratando de fazer com que os volumes gerados pelas chuvas fossem drenados o mais rapidamente possível para jusante. O princípio era impermeabilizar o solo com pavimentação e canalizar córregos o máximo possível, para que a água da chuva, uma vez no solo, fosse afastada da cidade rapidamente.

O sistema de drenagem urbana é também definido, conforme Pinto e Pinheiro (2006, p.8), “[...] como o conjunto da infraestrutura existente em uma cidade para realizar a coleta, o transporte e o lançamento final das águas superficiais.”

Os elementos básicos que compõem o sistema de drenagem são sarjetas, galeria de água pluviais, poço de visita, boca de lobo, conduto, caixa de ligação e entre outros (MASCARÓ, 2003). Atualmente, esse tipo de infraestrutura ainda é muito comum no Brasil (Ilustração 2). No entanto, o panorama das cidades já não é mais o mesmo de anos atrás, com os eventos de chuvas intensas e temperaturas elevadas tornando-se cada vez mais frequentes e o sistema de drenagem passou a não mais conseguir drenar toda essa água pluvial, tendo como consequência as enchentes urbanas (Painel Intergovernamental para a Mudança de Clima – IPCC, 2014).

Ilustração 2 - Sistema drenagem usual.



Fonte: Estúdio Christian Barnard Land (2010).

Portanto, com o passar dos anos, os efeitos começaram a ser notados e novas técnicas de retenção e manejo das águas pluviais passaram a ser adotadas, a fim de minimizar esses problemas, sendo introduzidas posteriormente nos planos diretores relacionadas à infraestrutura de drenagem, por exemplo.

Para mitigar os problemas causados pelas enchentes urbanas é necessária a utilização de um conjunto de medidas que tenham por objetivo buscar um melhor funcionamento da drenagem urbana. Assim, as medidas aconselháveis para cada região devem levar em conta em suas diretrizes e soluções alguns fatores que influenciam no seu perfeito

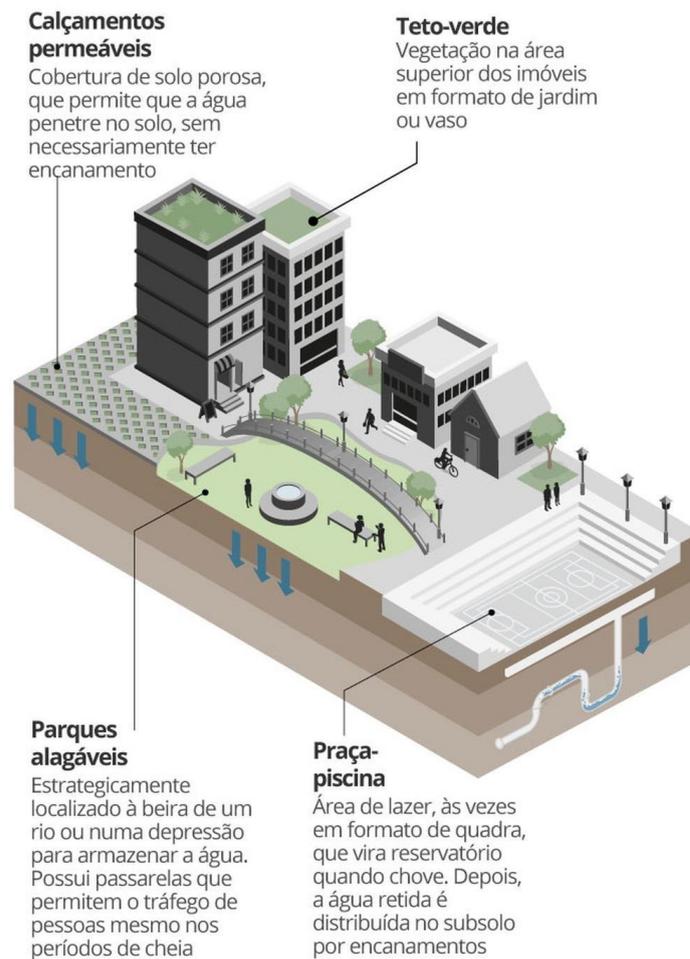
funcionamento, dentre eles pode-se destacar o grau de urbanização, o adensamento populacional e a importância econômica e ambiental que existe nas áreas que apresentam risco de enchentes (SOUZA; OTTONI, 2015). Essas medidas podem ser classificadas como medidas estruturais e não estruturais.

3.2.1 Medidas Estruturais

As obras que garantem uma boa condução das águas pluviais devem ser princípio de qualquer plano diretor de drenagem urbana, assim, as medidas estruturais são intervenções físicas e apresentam-se relevantes pois influem no controle do fluxo, escoamento e mudança de direção dessas águas (SÃO PAULO, 2012). Dessa forma, intervenções diretas que alterem os traços naturais de drenagem da bacia nas margens dos rios ou na paisagem urbana são medidas estruturais.

Como exemplo desses tipos de medidas existem os reservatórios como bacias de contenção e/ou retenção, parques inundáveis e diques (Ilustração 3). Tais obras de drenagem agem reduzindo a veemência da chuva aumentando seu escoamento ou possibilitando até mesmo o seu armazenamento e aproveitamento (AZEVEDO; 2015).

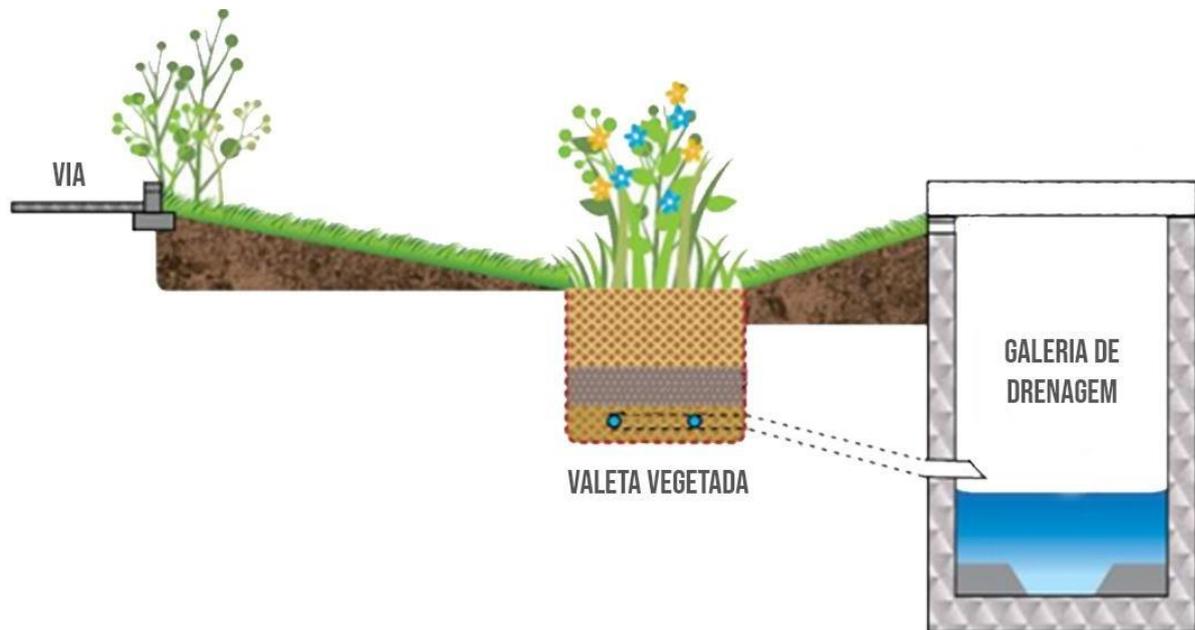
Ilustração 3 - Mecanismos para minimizar o impacto das chuvas.



Fonte: Portal G1 (2021).

De acordo com a Agência Nacional de Águas – ANA (2015), o sistema de aproveitamento da água da chuva envolve a captação, direcionamento da água para reservatórios de armazenamento através de condutores e calhas pluviais (Ilustração 4). Os reservatórios têm por finalidade o armazenamento de líquidos possuindo uma vasta variação de materiais que podem ser empregados para a fabricação (KAWATOKO, 2012).

Ilustração 4 - Sistema de aproveitamento de água da chuva.



Fonte: Cingapura (2011), modificado pela autora.

As bacias de contenção e/ou retenção de água atuam na coleta e armazenamento quando acontecem as cheias urbanas. Nesses tipos de reservatórios há um controle da vazão da água liberando-a gradativamente, e no caso da retenção o efluente fica armazenado por um período maior e pode até mesmo ser usado para irrigação urbana. Essa medida requer um pouco mais de espaço para ser implantada, sendo que em áreas muito adensadas ela pode ser aplicada no subterrâneo por exemplo, porém com um custo mais elevado (AZEVEDO, 2015).

Segundo Tucci (1997, p.4) “A canalização tem sido extensamente utilizada para transferir a enchente de um ponto a outro na bacia, sem que sejam avaliados os efeitos a jusante ou os reais benefícios das obras”, no entanto, muitas cidades insistem na canalização dos rios sendo ela a alternativa mais adotada e comum de ser implantada na atualidade. Todavia, essa mentalidade voltada para uma visão pontual vem mostrando não ser tão eficaz.

Por fim, existem os diques que se apresentam como barramentos na beira do rio impedindo o alagamento das várzeas de inundação que hoje encontram-se ocupadas pela urbanização. Esse tipo de estrutura apresenta um certo risco de ruptura e caso se

rompa os resultados são ainda piores do que se não existisse o dique, portanto, a segurança deve ser reforçada relacionando-o assim com medidas não estruturais (D'ALTÉRIO, 2004).

3.2.2 Medidas não estruturais

Levou um certo tempo para as medidas não estruturais serem difundidas e aplicadas. De acordo com Mendes et al. (2004), somente por volta do século XIX que os países começaram a aderir a esse tipo de medida para mitigar os problemas das enchentes, deixando de adotar somente obras de engenharia que mostraram ser incompletas inúmeras vezes, quando a solução poderia estar em uma proposta de feição não estrutural ou até mesmo na junção das medidas.

Quando se trata de inundação, e assim apresentando riscos à população, as medidas não estruturais são de caráter preventivo, objetivando a redução dos danos causados pelas enchentes, preservando as várzeas dos rios, propondo programas de inspeção e manutenção e buscando a educação ambiental. Dentre elas podem ser citados: zoneamento das áreas de risco, sistema de previsão de cheia, plano de evacuação, fiscalização da ocupação das margens e do descarte do lixo (BARBOSA, 2006; MENDES et al., 2004).

Assim, a presente medida propõe uma recuperação de forma gradual e regenerativa, que para a implantação precisa do apoio de instrumentos que contemplem ações, diretrizes e/ou mecanismo de drenagem urbana. Dentre os instrumentos estão Plano Diretor Urbano (PDU), Legislação Estadual e Manual de Drenagem, que quando aplicados juntos podem fornecer melhores resultados, respectivamente, estabelecendo, controlando e orientando no controle das enchentes (TUCCI, 1997). O plano diretor de drenagem também se apresenta como uma medida de amenização das enchentes urbanas, como visto anteriormente.

3.2.3 Tipologias de Infraestrutura Verde

A infraestrutura verde, assim como as medidas citadas anteriores, apresenta-se como uma solução para drenagem urbana, uma alternativa de planejamento sustentável capaz de melhorar o funcionamento das cidades. Para Herzog e Rosa (2010, p.97),

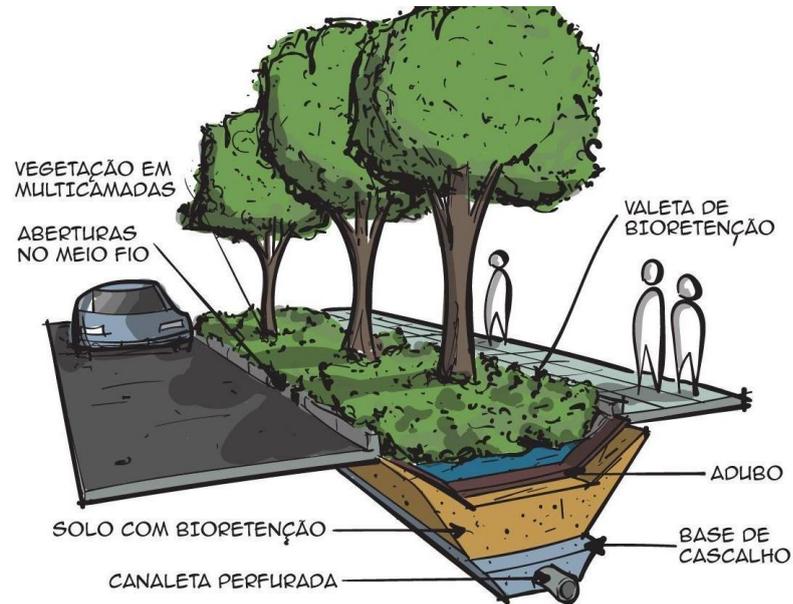
infraestruturas verdes são “redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados, interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem”.

Esse tipo de solução de cunho sustentável possibilita a integração da natureza com as cidades de forma a aproveitar os benefícios que os sistemas naturais são capazes de fornecer, tais como o abastecimento de água, a retenção de carbono, melhoria no microclima urbano e, principalmente, auxílio na drenagem urbana. Assim, eles podem ser aplicados de diferentes formas através de projetos de tipologias paisagísticas – como biovaletas, jardim de chuva, canteiro pluvial e grade verde (CORMIER; PELLEGRINO, 2008).

a) Biovaletas e jardins de chuva

Biovaletas, também chamadas de valetas de biorretenção vegetadas, são canais lineares de vegetação com camadas filtrantes que coletam as águas das chuvas aumentando o seu tempo de escoamento, separando o lixo que é carregado por ela (CORTEZ; MOURA; MACHADO, 2019). Além disso, para Teixeira e Silva (2019), a contenção das águas pluviais com a utilização de biovaletas contribui para uma maior permeabilidade das chuvas reduzindo os riscos de inundações, melhora a qualidade do meio urbano ao inserir massas vegetais na paisagem e possibilitam uma drenagem com custo inferior quando comparada às obras de contenções (Ilustrações 5 e 6).

Ilustração 5 - Estrutura de uma biovaletas.



Fonte: Ugreen (2021).

Ilustração 6 - Biovaletas ou valetas de biorretenção vegetadas.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

É importante destacar que a água coletada pelas biovaletas podem ser direcionadas para os jardins de chuva conectando as duas tipologias de forma a potencializar os resultados (Ilustrações 7 e 8). Segundo Saatkamp (2019, p.19-20), essa tipologia “[...]”

é um sistema de biorretenção que auxilia na retenção, infiltração e tratamento das águas advindas de superfícies impermeáveis [...]”.

Desse modo, cabe aos jardins de chuva fazerem a maior parte do trabalho de infiltração no solo, mas a biovaleta também contribui, filtrando os poluentes trazidos pelo escoamento superficial ao longo de seu substrato e da vegetação implantada. A luz do sol, o ar e os microrganismos decompõem os poluentes que ficam retidos na vegetação. Eles são, geralmente, usados para tratar os escoamentos de ruas e de estacionamentos. (CORMIER; PELLEGRINO, 2008, p. 132).

Ilustração 7 - Sistema de aproveitamento de água da chuva.



Fonte: Cria arquitetura (2013).

Ilustração 8 - Jardim de chuva na praça Largo das Araucárias em Pinheiros, São Paulo.



Fonte: Cardim Paisagismo (2016).

b) Canteiros pluviais

Já os canteiros pluviais se assemelham aos jardins de chuva, no entanto, ao contrário dos jardins de chuva, os canteiros são menores e não obrigatoriamente apresentam a função de infiltração, mas eles possuem fitorremediação e evapotranspiração, mecanismos que realizam a limpeza da água de forma a não contaminar o solo (Ilustrações 9 e 10) (CORTEZ; MOURA; MACHADO, 2019).

Ilustração 9 - Desenho esquemático de um canteiro pluvial.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

Ilustração 10 - Canteiro pluvial em Portland, Oregon, EUA.



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

c) Corredor verde

O corredor verde é uma tipologia inspirada nos corredores ecológicos, surgiu na Europa e nos Estados Unidos por volta século XX como a necessidade de preservar a qualidade ambiental dos efeitos da expansão urbana (FRANCO, 2010). Ainda segundo Franco (2010), essa tipologia verde é compreendida como uma rede linear de espaços com usos variados, capazes reavivar a paisagem e reestruturar o ambiente urbano trazendo interação entre as pessoas e com o meio ambiente (Ilustração 11).

Ilustração 11 - Corredor verde em São Paulo



Fonte: site Gazeta do povo (2018).

d) Grades verdes

Outro tipo de retenção de águas pluviais são as grades verdes, as quais podem ser atreladas potencializando as tipologias anteriores e formando diferentes arranjos. Cormier e Pellegrino (2008), ainda definem as grades verdes como uma forração de pedras soltas usadas para conter os sedimentos que em acúmulo reduzem a capacidade de infiltração do sistema. Ainda segundo os autores, essa tipologia geralmente é conectada a outra tipologia, no caso de locais com alta inclinação por exemplo, essa tipologia é indicada para conduzir e diminuir o tempo de escoamento superficial para mecanismo nas partes mais baixas de infiltração e/ou armazenamento (Ilustração 12).

Ilustração 12 - Grade Verde em Seattle, Washington



Fonte: Cormier e Pellegrino (2008).

Todas as tipologias citadas acima apresentam funções voltadas para o manejo das águas pluviais, na intenção infiltrar, conduzir, purificar, deter e reter as águas provenientes das chuvas, auxiliando na minimização das enchentes (CINGAPURA, 2011). Dessa forma, se tais práticas forem conectadas às ações da população, aumentam ainda mais sua durabilidade, pois cria-se a conscientização de preservar e conservar os mecanismos que tanto podem colaborar para uma melhor vivência nas cidades.

3.3 ESPAÇOS POTENCIAIS PARA A IMPLANTAÇÃO DA INFRAESTRUTURA VERDE

Para a implantação dos sistemas descritos anteriormente, as cidades possuem como áreas potenciais os vazios urbanos e os espaços livres. O termo vazio urbano pode apresentar diferentes definições possuindo uma certa ambiguidade, afinal os vazios podem não ser realmente vazios de edificações, mas também espaços sem uso, ociosos e desvalorizados que apresentam uma potencialidade de reutilização (PORTAS, 2000).

De acordo com Freitas e Negrão (2014, p.481), vazios urbanos “[...] caracterizam-se enquanto áreas inutilizadas ou subutilizadas no pleno em suas possibilidades ou em desuso, em termos genéricos”, sendo áreas em um local com boa infraestrutura, mas que não estão cumprindo o seu papel social previsto pelo Estatuto da Cidade, Lei Federal 10.257/2001, pois deveriam estar funcionando em benefício da coletividade e não apenas para os interesses de seus proprietários (BRASIL, 2001).

Sejam esses espaços ausentes de construção ou que possuem edificações degradadas e sem utilização, eles são provenientes da pós-industrialização das cidades. Portas (2002), afirma que os vazios urbanos são então resíduos desse crescimento acelerado, ou então são frutos de áreas de antiga atividade industrial ou locais de transporte sem uso, como zonas portuárias, ferroviárias, áreas degradadas ou até mesmo esquecidas na malha urbana para especulação imobiliária.

Nesse contexto, os vazios urbanos geralmente são áreas dotadas de uma infraestrutura que está sendo subutilizada, onde existe um investimento público no entorno, sem que a área cumpra seu papel social. Esses espaços contribuem ainda mais para os problemas sociais, abrigando pessoas em situação de rua ou até mesmo pontos onde as pessoas jogam lixos (MARICATO, 2012).

Segundo Souza (2019), os vazios urbanos são áreas que favorecem a ausência da vitalidade urbana e que poderiam estar sendo utilizados para revitalizar as cidades, sendo que alguns desses vazios são espaços projetados para serem locais de convívio, mas que não funcionam como tal, devido ao tipo de infraestrutura que recebe ou como ele está amarrado ao tecido urbano, grandes exemplos são os playgrounds que vemos em nossas praças.

Dessa forma, a utilização desses espaços é passível de análise como espaços potenciais para solucionar as cheias, e a infraestrutura verde como opção para dar um uso a esses vazios. Esses espaços existem em diversos centros urbanos, e na cidade de Colatina não é diferente, conforme abordado no capítulo da leitura do território.

Diversos são os benefícios do uso de infraestruturas verdes nas cidades dentre eles estão: a redução dos efeitos das ilhas de calor que devido a urbanização vem crescendo gradativamente; melhoria no conforto térmico reduzindo a necessidade do uso de

climatização artificial; melhoria da paisagem urbana ao conectar o natural com o construído potencializando os pontos turísticos ou até mesmo virando referência de sustentabilidade urbana; além de auxiliar na drenagem urbana das águas pluviais minimizando os efeitos das enchentes e dos alagamentos (SILVA, 2017). No entanto, ainda de acordo com Silva (2017, p.5), “Não basta a inserção de uma praça ou canteiros de forma arbitrária. Para que os elementos da natureza de fato sejam parte da vida cotidiana, é preciso que sejam integrados com o restante da infraestrutura urbana.”

O bairro de Rieselfeld na cidade de Freiburg, localizado no sul da Alemanha, é um grande exemplo do uso das infraestruturas verdes no sistema de drenagem urbano (Ilustração 13). Historicamente o bairro era o destino de todo o esgoto de Freiburg, e nos dias atuais, após a revitalização do local as tipologias verdes são os elementos que compõem a drenagem sendo completamente naturalizada do teto das edificações com o uso de telhados verdes, aos sistemas básicos de drenagem urbana como as biovaletas, canteiros pluviais, jardins de chuvas e lagoa de retenção (HERZOG; ROSA 2010).

Ilustração 13 - Parque urbano no bairro Rieselfeld, Freiburg/Alemanha.



Fonte: Herzog e Rosa (2010).

Vale salientar que o projeto foi tão bem-sucedido que outro bairro de Freiburg foi contemplando com o mesmo sistema, o planejamento de Vauban assim como o

Rieselfeld buscou o uso da drenagem naturalizada, com o uso também de pavimentação permeável (Ilustração 14). Aos poucos toda a cidade vem sendo contagiada pelos benefícios das implantações de infraestruturas verdes as quais têm contribuído para a drenagem urbana. Além disso, Freiburg vem recebendo turistas de todo o mundo atraídos por seus projetos de sustentabilidade urbana, vitalidade e visibilidade para as águas, afinal água é vida e precisa ser contemplada e não temida.

Ilustração 14 - Infraestruturas Verdes em Vauban, Freiburg/Alemanha.



Fonte: Herzog e Rosa (2010).

4 METODOLOGIA

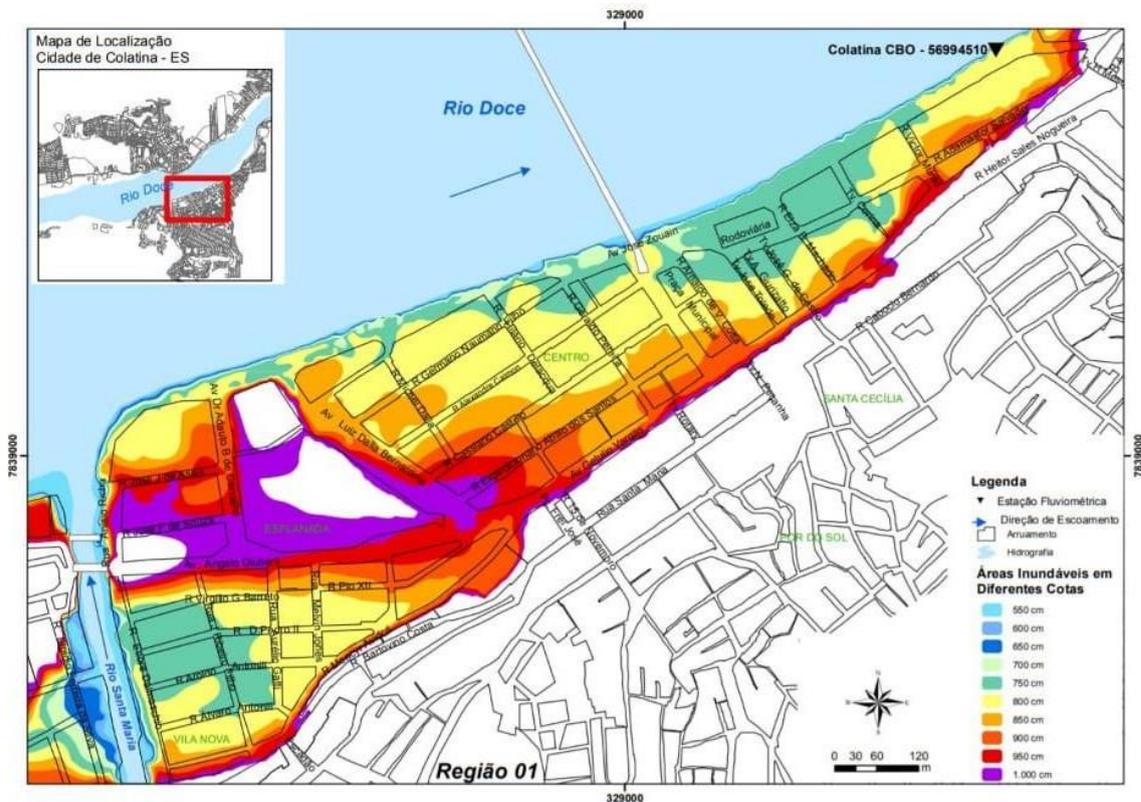
No presente trabalho foi desenvolvido um estudo com base nos seguintes processos metodológicos: uma revisão bibliográfica dos principais temas, leitura do território, definição da área de interesse e indicação de diretrizes de mitigação dos alagamentos, tendo como proposta o uso das infraestruturas verdes no recorte. Como recursos necessários para desenvolvimento deste projeto, foram utilizados os softwares AutoCad, google Eath e Photoshop em computador pessoal.

4.1 DRENAGEM URBANA

A cidade estudada, Colatina, possui uma área territorial de aproximadamente 1.392.249 km² e população total de 123.400 habitantes que se espalham entre os 61 bairros do município (IBGE, 2020). Sua infraestrutura de transporte é composta por duas principais rodovias de acesso, BR-259 e ES-080, além da linha férrea de Vitória a Minas que corta o município, condições que fazem com que Colatina se transforme em polo regional de comércio e serviços, atendendo às cidades vizinhas de sua área e de várias outras cidades da zona norte do estado (ALBANI; ASSIS, 2020).

A princípio foi feito um estudo da cidade de Colatina para elaboração da análise, com levantamento do histórico das enchentes da cidade, por meio de revisões bibliográficas, bem como das áreas atingidas, a fim de identificar a que mais sofre com as enchentes. Assim, o recorte foi escolhido através de análises baseadas nesses levantamentos, considerando também a importância econômica e social que a área possui para os cidadãos de Colatina (Ilustração 15).

Ilustração 15 - Áreas inundadas associadas à diferentes cotas na régua da estação Colatina Corpo de Bombeiros.



Fonte: Coutinho e Motta (2016).

Além disso, com base nas definições dos espaços potenciais a receberem infraestrutura verde, foram identificadas as áreas que podem contribuir com as diretrizes de melhorias quanto ao quadro das enchentes e frequentes alagamentos.

4.2 DIRETRIZES DE CONTROLE DE ENCHENTES COMO O USO DE INFRAESTRUTURAS VERDES

A partir do diagnóstico da área foi possível compreender as fragilidades e potencialidades que estão inteiramente ligadas ao local. O recorte escolhido é frequentemente afetado pelas cheias do rio nos períodos de chuvas intensas. Atualmente o local possui uma densa urbanização, com consequente impermeabilização do solo e abrigando diferentes usos e ocupações.

Através do mapeamento desses espaços e do estudo das infraestruturas verdes disponíveis, foi possível apresentar o potencial para a implantação dessas novas técnicas e elaborar diretrizes de ação para mitigar as enchentes e alagamentos.

5 LEITURA DO TERRITÓRIO

A leitura do recorte definido como área de estudo, será apresentado nesse capítulo resultados de dados obtidos através de pesquisas bibliográficas, experiências adquiridas *in loco* e por meio do *software* Street View, a fim de proporcionar uma melhor compreensão sobre o território em análise e propor diretrizes minimizadoras diante o cenário de constantes alagamentos.

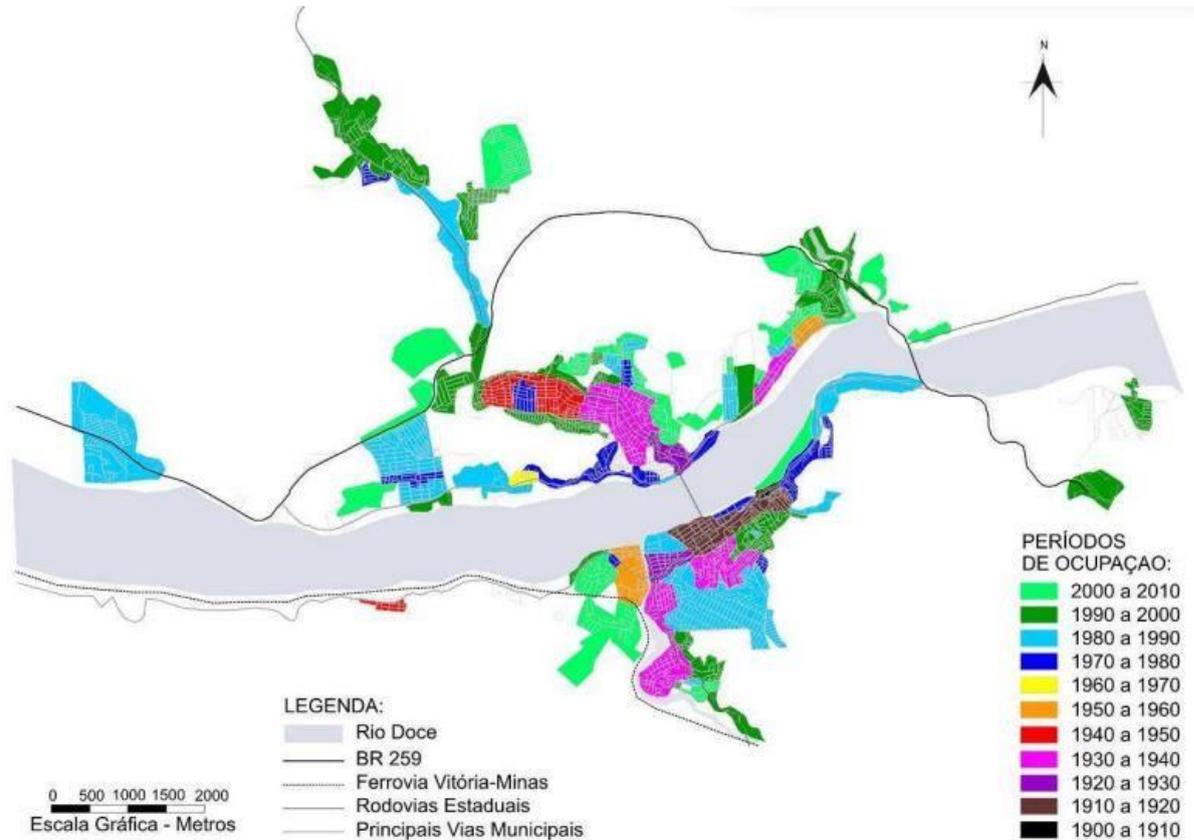
5.1 CARACTERIZAÇÃO DO TERRITÓRIO

O município de Colatina fica localizado na região norte do estado do Espírito Santo, às margens do Rio Doce, latitude 19° 32' 18" e longitude 40° 37' 57". Segundo dados da ANA (2018) o Brasil possui 12 grandes bacias hidrográficas, e a Bacia do Rio Doce está entre elas. Colatina é cortada pelo Rio Doce sendo dividida em região norte e sul, sendo a área de estudo localizada na região sul, e foi escolhida após análise das informações sobre sua relevância econômica e social, e dos dados obtidos sobre o histórico das enchentes dos últimos tempos e seu alcance.

Analisando Colatina entendeu-se que a cidade foi crescendo às margens do rio sem uma infraestrutura adequada, apresentando uma expansão nas estruturas básicas como serviços de esgoto e água, conforme o surgimento das habitações, por vezes construídas de forma irregular, acarretando o aumento das vazões máximas e a impermeabilização do solo. Desse modo, efeitos socioambientais como as enchentes e os alagamentos se intensificaram e começaram a expor cada vez mais pessoas aos riscos dessa inadequada ocupação do solo.

É importante destacar que a área do recorte se enquadra em uma zona de uso misto que possuiu uma evolução urbana adensada e sem planejamento (Ilustração 16). Tal evolução produz gradativamente obstruções a vazão das águas pluviais, por meio de drenagens inadequadas e assoreamentos. Por conseguinte, nos períodos de fortes chuvas em que o rio ocupa o seu leito maior, toda a cidade fica em estado de alerta, pois os serviços essenciais se encontram principalmente na área em que alaga.

Ilustração 16 - Mapa de expansão urbana de Colatina-ES.

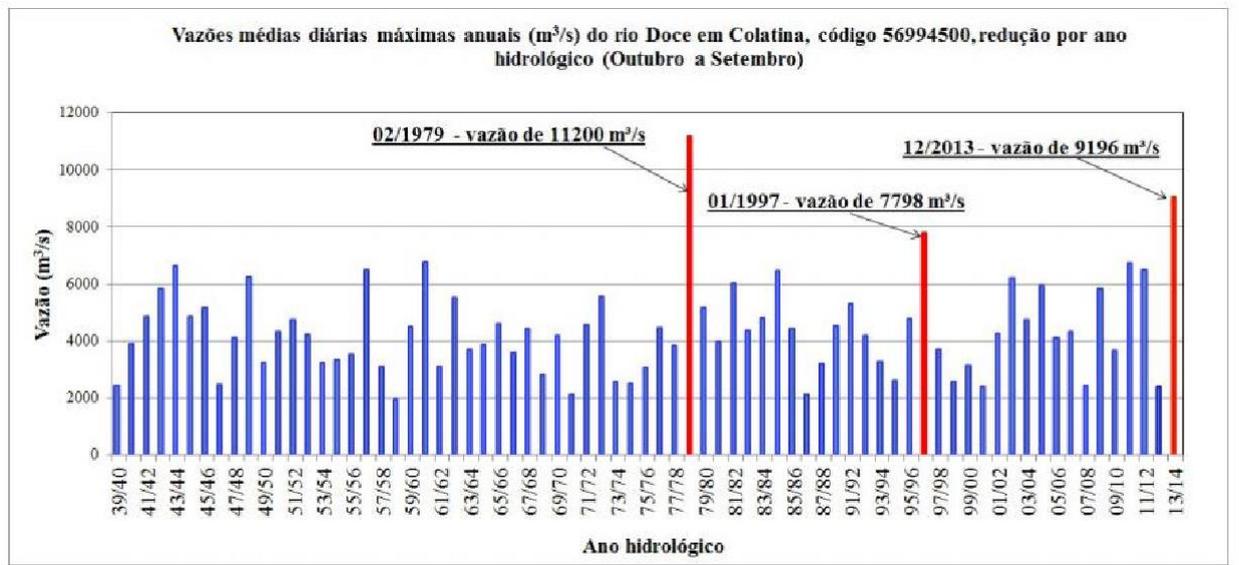


Fonte: Albani (2012, p.140).

5.1.1 Histórico das Enchentes em Colatina

Diante do cenário abordado nesse trabalho, Colatina é um dos municípios que apresenta essa problemática, deixando evidente que seu sistema de drenagem urbana, contendo boca de lobo, galerias de água pluviais, poço de visita, caixa de ligação, entre outros, está se mostrando não suficiente. Assim, a cidade vem sofrendo frequentemente com ameaças de inundações em épocas de intensas chuvas, devido ao fato de a cidade localizar-se em um vale, entre montanhas e o Rio Doce, e possuir uma forma de ocupação e crescimento que não condizem com o local (COUTINHO; MOTTA, 2016). Três grandes enchentes marcaram o município (Ilustração 17). Os dados históricos dessas cheias foram registrados pela ANA, que monitora os níveis e a vazão dos principais rios brasileiros, assim como suas bacias hidrográficas.

Ilustração 17 - Série de vazões médias diárias máximas anuais (m³/s) do Rio Doce em Colatina.



Fonte: Coutinho e Motta (2016).

Em 1979 ocorreu a primeira inundação e a maior delas, sendo que a vazão chegou a 11.200 m³/s. Até mesmo as réguas de cota da estac o fluviométrica de Colatina foram levadas pelas águas e muitas foram as perdas físicas e materiais. Já na enchente de 1997, grandes danos também foram registrados. No entanto, como pode-se observar na Figura acima, a vazão foi de 7.798 m³/s, um registro inferior ao anterior. Segundo Coutinho e Motta (2016, p.23), "Após essa cheia, foi criado o Sistema de Alerta da bacia do Rio Doce operado pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM em parceria com a ANA e o Instituto Mineiro de Gestão das  guas - IGAM".

Através desse monitoramento foi possível identificar uma outra grande enchente com escala superior   de 1997. A inundação de 2013 apresentou vazão de 9.196 m³/s. De acordo com Simões (2016), essa enchente invadiu até mesmo a área de enrocamento, planejada para conter o avanço das águas sobre a cidade (Ilustração 18).

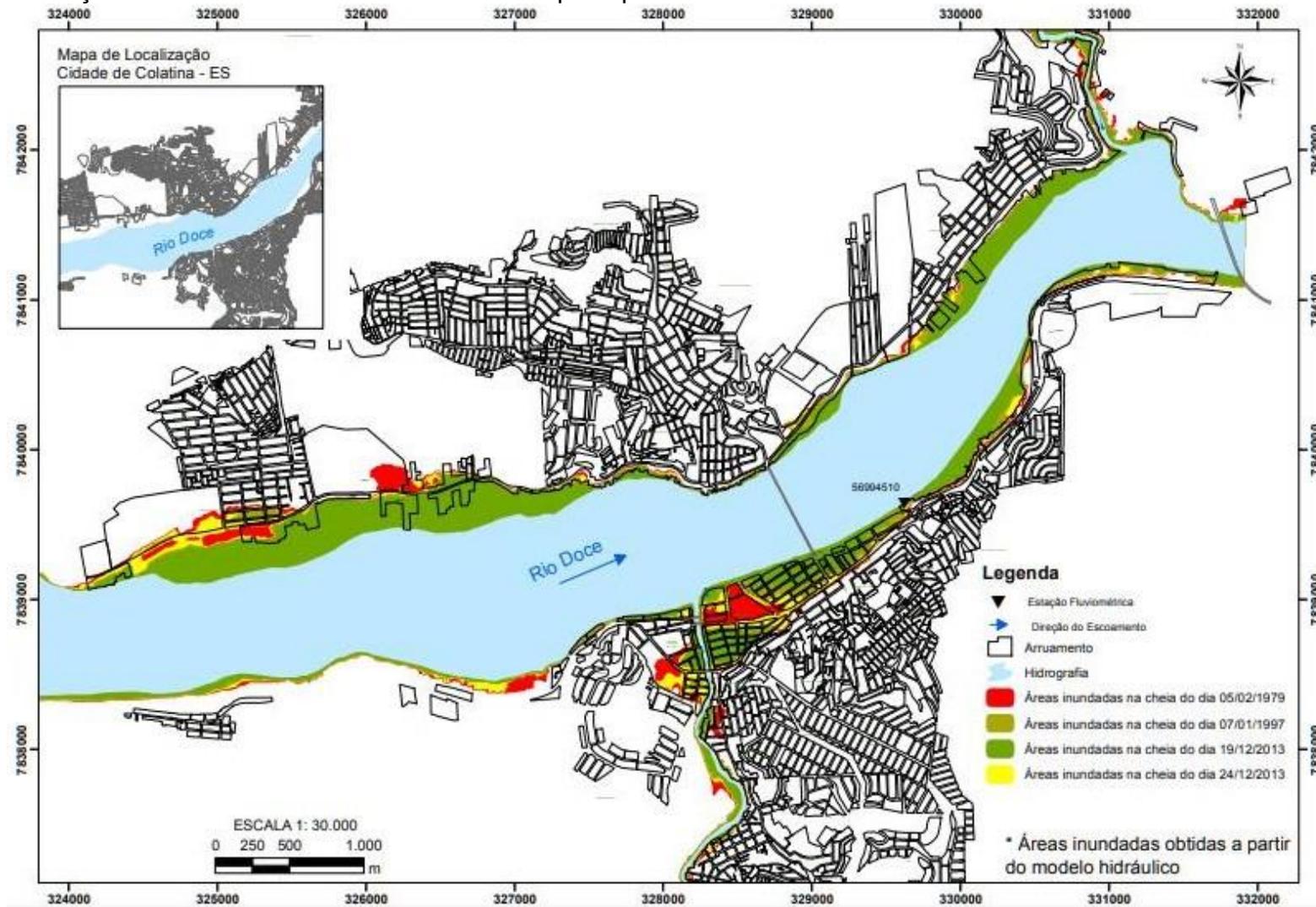
Ilustração 18 - Mosaico das três grandes enchentes que ocorreram em Colatina.



Fonte: Facebook (2021).

Nota-se que o intervalo entre as enchentes possui um ritmo: nos primeiros eventos teve uma diferença de 19 anos já no segundo de 16 anos diminuindo assim o intervalo entre as inundações que acontecem de forma periódica. A Ilustração 19, mostra no mapa onde foram as áreas atingidas por essas três grandes enchentes.

Ilustração 19 - Áreas inundadas associadas as principais cheias históricas.



Fonte: Coutinho e Motta (2016, p. 72).

5.2 INTERVENÇÃO

A partir da análise dos dados levantados, entende-se o quão é importante o planejamento urbano para implantação de propostas que visem mudanças no modo de pensar e lidar com a água da cidade. Quando se aplica uma superfície impermeável a água que seria ali absorvida será transferida ao sistema de drenagem convencional, e isso em grande proporção provoca os tantos problemas de alagamentos que vemos em Colatina. Pensando nisso, para cada área previamente delimitada no recorte, foram determinadas diretrizes de infraestruturas verdes mais adequadas, em busca de melhoria no sistema de drenagem, assim, colaborando no controle das enchentes, na qualidade de vida das pessoas e dos espaços livres.

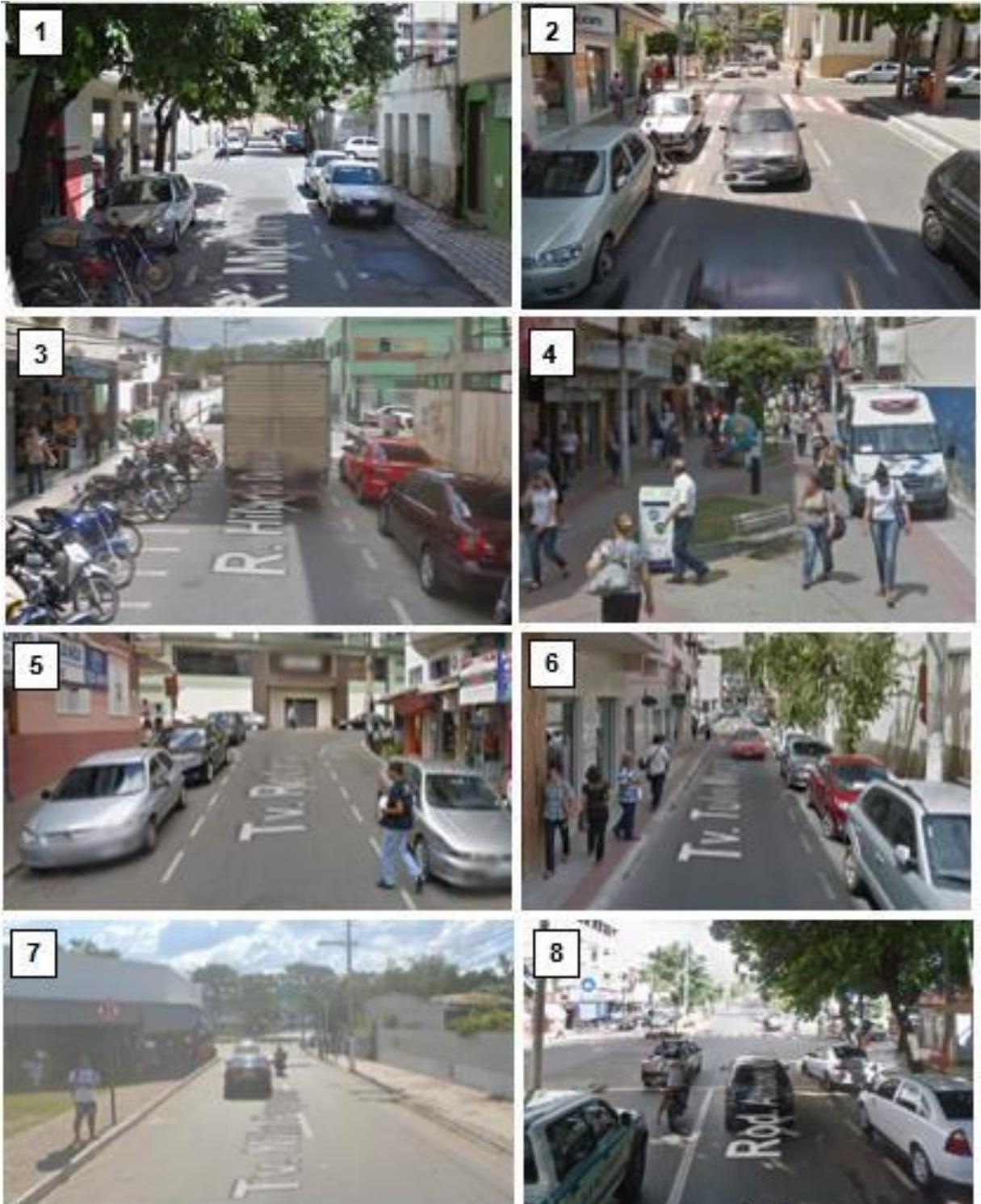
5.2.1 Soluções de Infraestrutura Verde

Atualmente vem sendo discutidas novas formas de estruturas paisagísticas para as cidades que auxiliam não somente no conforto térmico, mas como também dando suporte ao sistema de drenagem convencional urbano. As infraestruturas verdes são intervenções que vem apresentando um alto desempenho, restituindo as áreas verdes e aumentando a infiltração da água no solo, além de serem versáteis às necessidades da cidade.

Os tipos de infraestruturas verdes já exemplificados no corpo deste trabalho, tais como biovaletas, jardins de chuvas, canteiros pluviais, grades verdes, corredores verdes e bacias de contenção, foram escolhidos como proposta de infraestruturas verdes passíveis de serem implantadas no local de intervenção, com o propósito de auxiliar o sistema de drenagem urbana já existente no recorte escolhido.

Após realizar a leitura do recorte foi possível identificar quais tipologias seriam as mais adequadas para cada seguimento da área, de modo a auxiliar na drenagem urbana já existente. Para as vias menores e perpendiculares às vias principais, foram propostas biovaletas, facilitam o fluxo e a coleta da água pluvial. Sendo contempladas com essa tipologia a rua Michel Dala (1), rua Quinze de Novembro (2), rua Hilário Delacqua (3), rua independência (4), travessa Rotary (5), travessa Túlio Margoto (6), travessa Nilo Peçanha (7) e rua Praça Municipal (8), assim essas vias auxiliam na captação e aumento do tempo de escoamento da água (Ilustrações 20 e 21).

Ilustração 20 - Mosaico de imagens local atualmente.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Ilustração 21 – Mapa de proposta de biovaletas.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Essas vias foram escolhidas para receber as biovaletas por estarem em uma região que sempre sofreu com as enchentes e os alagamentos nos dias de chuva forte. Sendo essa tipologia também a mais adequada para o perfil dessas vias, além dos benefícios para a paisagem urbana que atualmente apresenta falta de vitalidade, elas vem então como um sistema capaz de melhorar a caminhabilidade das pessoas, conduzir e purificar as águas pluviais (Ilustração 22).

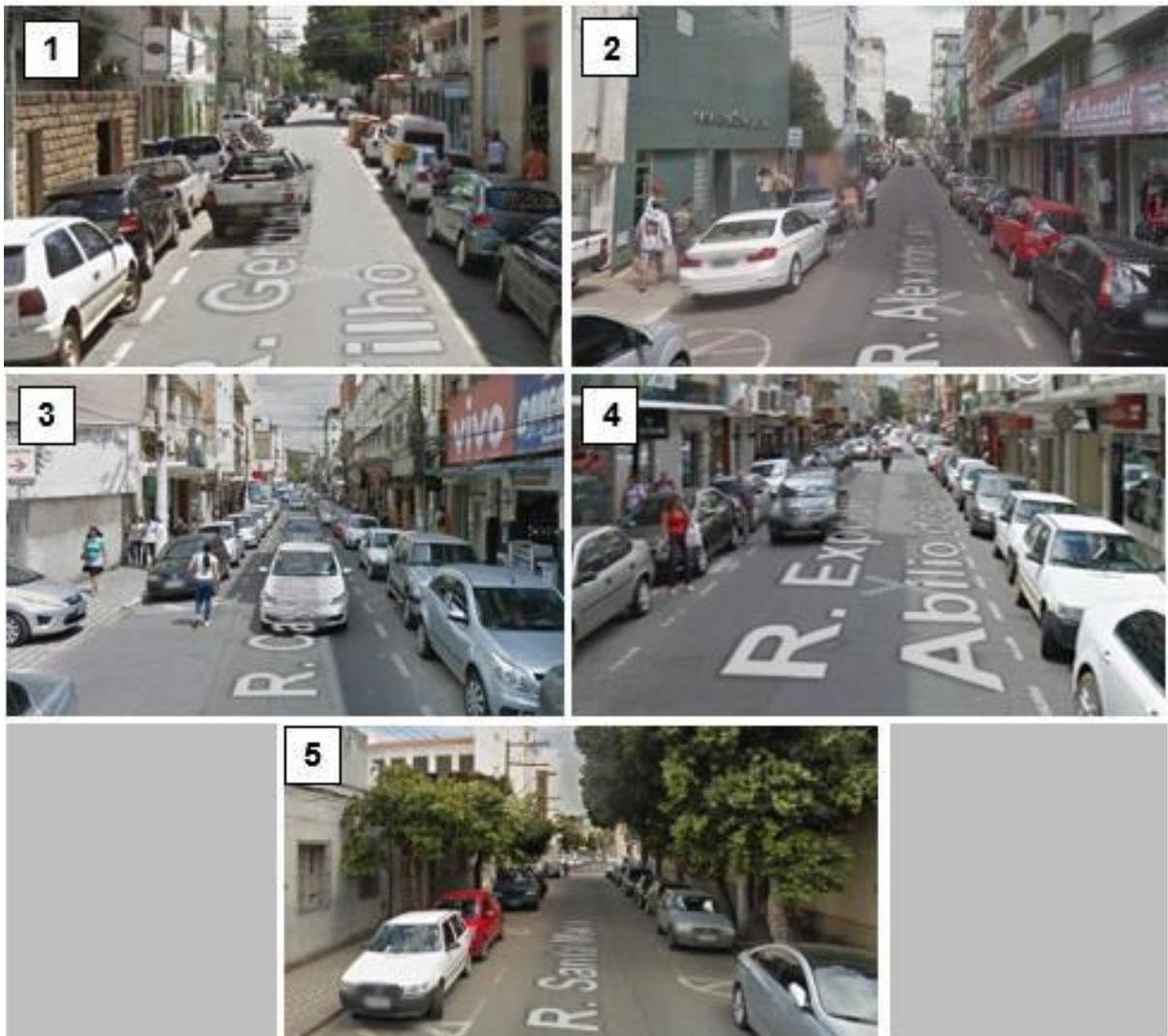
Ilustração 22 - Exemplo de biovaletas a serem implantada.



Fonte: Magalhães; Neri (2018).

Conectando uma tipologia a outra, propõem-se que sejam implantados jardins de chuva na vias maiores e perpendiculares às vias que receberiam as biovaletas, assim, essas direcionariam o fluxo de água pluvial para os jardins de chuva, infraestruturas verdes maiores que filtram a água com um tempo maior de escoamento. Essas soluções foram sugeridas nas vias rua Germano Naumann Filho (1), rua Alexandre Calmom (2), rua Cassiano Castelo (3), rua expedicionário Abílio dos Santos (4) e rua Santa Maria (5) (Ilustração 23 e 24).

Ilustração 23 - Mosaica de imagens situação atual.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

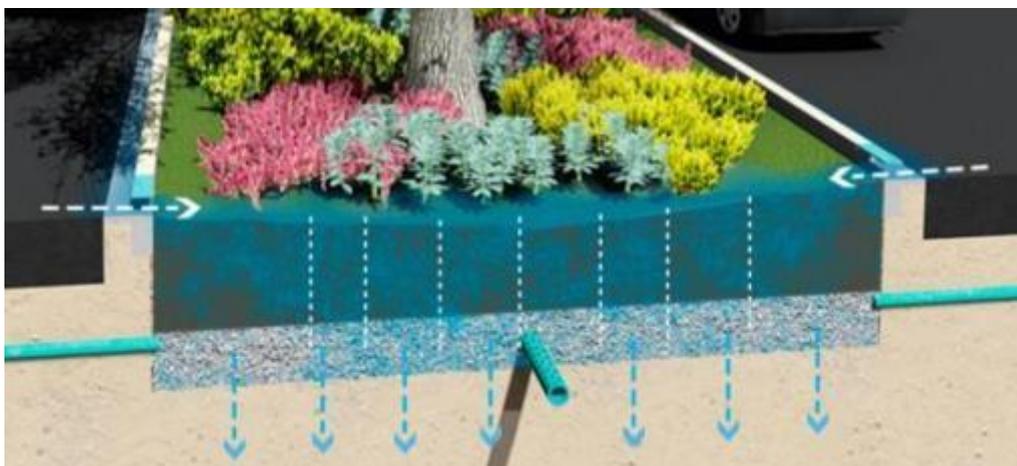
Ilustração 24 - Mapa de proposta de jardim de chuva.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Tais vias possuem um sistema viário deficiente em arborização e espaços verdes, assim propõem-se a implantação do jardim de chuva em uma das faixas de estacionamentos dessas vias, auxiliando no sistema de drenagem existente ao passo em que se utiliza um sistema de drenagem sustentável (Ilustração 25).

Ilustração 25 - Exemplo de jardim de chuva a ser implantado.



Fonte: Magalhães; Neri (2018).

5.2.2 Mobilidade Urbana

A proposta de implantação de infraestruturas verdes nas vias, além de promover uma mobilidade urbana sustentável incentivando novos modais como o uso de bicicletas e uma caminhada confortável, proporcionada pela melhoria do microclima e pelos novos visuais, propõe integrar os sistemas para um melhor desenvolvimento econômico e socioambiental. Assim, foram identificadas vias para promover uma rede interconectada de infraestruturas verdes, avaliadas por seus pontos de acessos, fluxo de pessoas e veículos de transporte público (Ilustração 26).

Ilustração 26 - Exemplo de corredor verde.



Fonte: Archdaily (2021).

A Avenida Getúlio Vargas desempenha uma grande função não só para a área de interesse, mas como também para toda Colatina, a via é utilizada para o acesso de outros bairros, além de obter uma grande concentração de comércios e serviços importantes. Possui uma largura favorável para a implantação de elementos dos corredores verdes como ciclovias, espaços verdes para atividades diversas idealizados para valorizar o pedestre, com o uso de calçadas ecológicas acessíveis e seguras (Ilustração 27).

Ilustração 27 - Avenida Getúlio Vargas atualmente.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Vale ressaltar que a proposta de implantação do corredor verde vem como meio de integrar as outras tipologias verdes criando uma rede de conexão potencializando os benefícios das diretrizes do presente trabalho. Assim, o canteiro pluvial foi escolhido para auxiliar na drenagem dessa via que conectado ao corredor verde auxiliam na minimização dos problemas causados pelas enchentes e pelos alagamentos (Ilustração 28).

Ilustração 28 - Mapa proposta Corredor Verde.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

É importante destacar que para a escolha do local de implantação foram considerados os seguintes critérios:

- Caminhos planejados e analisados a partir de sua topografia;
- Integração das áreas verdes;
- Traçados adequados com largura suficiente para receber arborização, de preferência com canteiro central;
- Local com grande circulação de pessoas;
- Via que atua como condutora para outros pontos da cidade, podendo ser um potencial conexão entre os bairros;
- Espaço com grande visibilidade para pontos turísticos existentes;

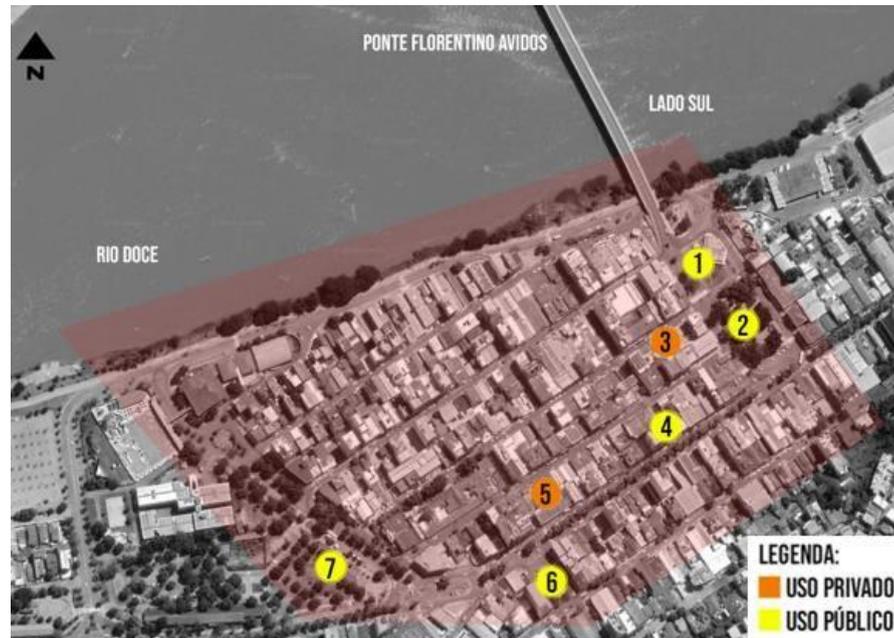
5.2.3 Espaços livres e vazios Urbanos

Os espaços livres e os vazios urbanos são áreas potenciais para implantação dos sistemas de infraestruturas verdes, sendo esses espaços lotes vazios, praças, vias, edificações públicas e corpos hídricos. Durante o estudo do presente trabalho foi

detectada na área de estudo a existência de vazios urbanos e espaços livres distribuídos pelo recorte.

Partiu-se desses espaços já inseridos no local, foram propostas soluções que auxiliam na redução dos efeitos causados pelas enchentes e alagamentos, levando em consideração as que aplicavam instrumentos de retenção ou detenção das águas pluviais, retardando assim o despejo da água no rio e evitando o acúmulo em locais indevidos, além dos mecanismos de filtração das águas lançadas nos sistemas de drenagens e redução no escoamento superficial (Ilustração 29).

Ilustração 29 - Mapa espaços livre e vazios urbanos.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

O mapa mostra os espaços existentes que não estão possibilitando uma apropriação por parte da população, pois apesar de alguns deles terem uma infraestrutura existente, não são espaços atrativos devido à falta de manutenção, inserção de equipamentos e atividades que atendam às atuais demandas sociais, conjuntura que favorece a subutilização. Esse contexto resulta em estruturas urbanas abandonadas, algumas em locais significativos da cidade, que se tornam vazios urbanos decorrente da desconexão socioespacial.

Nesses espaços propõem-se a inserção das tipologias descritas anteriormente analisando a possibilidade de aplicação do tipo certo de infraestrutura verde nos sistemas de espaços livres públicos e vazios urbanos do recorte. Portanto, torna-se necessário separar o que está apto ao uso e o que é de uso privado, assim os espaços restritos ao uso poderão ser aproveitados através de implantação de pavimentação drenante como forma de contribuir com a permeabilidade do solo. Para isso, sugere-se fazer uma relação dos espaços, tipologias verdes e os mecanismos de cada um deles avaliando qual das propostas seriam adequadas e passíveis de serem implantadas no local (Ilustração 30 e 31).

Ilustração 30 - Mosaico espaços existentes.



Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Ilustração 31 - Quadro de tipologias e mecanismos.

Tipologias	Mecanismos						
		Detenção, retenção	Filtragem, purificação, sedimentação	Infiltração, redução do escoamento	Evapotranspiração	Estabilização do solo	Condução
	Alagamentos naturais ou construídos	✓	✓	✓			
	Arborização Viária		✓	✓			
	Bacia de detenção	✓	✓	✓			
	Biovaletas	✓	✓	✓			✓
	Calhas e sarjetas	✓					✓
	Corredores verdes	✓	✓	✓	✓	✓	✓
	Estabilização de leito de rio e mata ciliar		✓		✓	✓	
	Jardim de chuva	✓	✓	✓	✓		
	Pavimentos porosos ou drenantes	✓	✓	✓			
	Piso vegetado		✓	✓	✓		
Praças de águas	✓	✓					
Trincheiras ou canteiros pluviais		✓	✓				

Fonte: Elaborado pela autora (2021).

Sugere-se a realização de estudos futuros mais aprofundados para a implantação adequada de cada tipologia para solucionar de forma eficiente, verificando se de fato o uso está interferindo na mudança de temperatura, melhoria na drenagem urbana e da qualidade de vida da população como ocorreram nos exemplos presentes nesse estudo, já que cada lugar possui suas características específicas e devem ser tratadas como únicas. Além disso, apesar de não ser uma infraestrutura verde, a pavimentação drenante pode contribuir como um aditivo para a solução de permeabilidade empregada.

6 CONCLUSÕES

Entender a problemática dos alagamentos e enchentes que vem ocorrendo nas cidades é essencial para que seja feita uma mudança no planejamento urbano. O meio urbano não tem mais oferecido uma qualidade de vida para as pessoas, seus sistemas de drenagem são inadequados e insuficientes, além disso, o avanço do intenso crescimento populacional tem tomado conta dos verdes das cidades, e como são grandes e gradativos os efeitos dessa troca.

Assim sendo, propor soluções que minimizem essa problemática socioambiental que afeta boa parte da população urbana, significa retomar e repensar o modo de planejar. Para isso, é necessário que poder público pare de achar que somente aumentar os sistemas de drenagens existentes são suficientes para melhorar o escoamento da cidade e que as políticas urbanas voltem o seu olhar para as pessoas que vivenciam esses eventos durante todo o ano, buscando uma cidade melhor para todos.

Nesse estudo foi apresentado o quanto o uso de infraestruturas verdes, que podem ser implantadas também em espaços residuais como opção para dar um uso a esses vazios, pode ser benéfico para minimizar os problemas das enchentes e dos alagamentos, além de melhorar o microclima urbano e reavivar a paisagem urbana, proporcionando assim uma melhor qualidade de vida para as pessoas. Soluções arquitetônicas simples quando comparadas ao sistema de drenagem urbana convencional e com grande potencial de melhoria para a cidade como um todo.

REFERÊNCIAS

ALBANI, Vivian; DE ASSIS, Leandro Camatta. **A forma urbana e a produção do espaço**: um estudo sobre a expansão urbana de Colatina, ES. Caderno Prudentino de Geografia, v. 3, n. 42, p. 77-100, 2020. Disponível em:

<<https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/6652>>. Acesso em: 05 dez. 2020.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA (Brasil). **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: Informe 2014. Encarte Especial sobre a Crise Hídrica. Brasília: Superintendência de Planejamento de Recursos Hídricos, 2015. Disponível em: <http://www3.snirh.gov.br/portal/snirh/centrais-de-conteudos/conjuntura-dos-recursos-hidricos/conjuntura_informe_2015.pdf/view>. Acesso em: 10 ago. 2020.

ARCHDAILY. **Segunda fase do Corredor Verde de Cali na Colômbia**, 2021. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/781254/assim-sera-a-segunda-fase-do-corredor-verde-de-cali-em-colombia>>. Acesso em: 15 jan.2021.

AZEVEDO, Marina de Abreu. **Integrando Água e Planejamento Urbano**: Um estudo sobre intervenções mitigadoras de enchentes na Grande Tijuca. Monografia de graduação – Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2015. Disponível em: <<http://monografias.poli.ufrj.br/monografias/monopoli10013528.pdf>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

BARBOSA, Francisco de Assis dos Reis. **Medidas de proteção e controle de inundações urbanas na bacia do rio Mamanguape, PB**. 115 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Engenharia Urbana, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2006. Disponível em: <<https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/tede/5490/1/arquivototal>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

BAZOLLI, João Aparecido. Os efeitos dos vazios urbanos no custo de urbanização da cidade de Palmas. **Estudos Geográficos Unesp**, Rio Claro, v. 7, n. 1, p. 103-123, jan. 2009. Disponível em: <<http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/estgeo/article/view/541>>. Acesso em: 23 jul. 2020.

BRASIL. **Constituição (1988)**. Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF: Senado Federal: Centro Gráfico, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm>. Acesso em: 06 maio 2020.

BRASIL. **Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001**. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Brasília, DF. Data da publicação 11 de julho de 2001. Disponível: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/leis_2001/L10257.htm>. Acesso em: 18 ago. 2020.

CARDIM PAISAGISMO. **Nova praça pública: Largo das Araucárias**, 2016. Disponível em: <<http://www.cardimpaisagismo.com.br/portfolio/largo-das-araucarias/#lightbox-gallery-bGlnaHRib3g=/49/>> Acesso em: 19 de fev. 2021

CINGAPURA. **ABC Waters Design Guidelines**, Cingapura: Public Utilities Board (“PUB”), 2ª edição (1ª edição: 2009), 2011.

COLOMBO, Jairo Cezar et al. **Diagnostico e diretrizes para plano diretor de drenagem urbana: Ribeirão Quilombo-Americana-SP**. 2002. Disponível: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>>. Acesso em: 13 fev. 2020.

CORMIER, Nathaniel S.; PELLEGRINO, Paulo Renato Mesquita. Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana. **Paisagem e Ambiente**, n. 25, p. 127-142, 2008. Disponível: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/105962>>. Acesso em: 18 ago. 2020.

CORTEZ, Raquel Moraes Vitor; MOURA, Newton Celio Becker; MACHADO, Carla de Oliveira Jucá. Análise do desempenho das melhores práticas de manejo para constituição de corredores verdes em Fortaleza-CE. **Paisagem e Ambiente**, São Paulo, v. 30, n. 43, p. e146647-e146647, 2019. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/paam/article/view/146647>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

COUTINHO, Marlon Marques; MOTTA, Breno Guerreiro. **Definição da planície de inundação da cidade de Colatina-ES**. Belo Horizonte: CPRM-BH, 2016. Disponível em: <https://www.cprm.gov.br/sace/conteudo/manchas_inundacao/colatina/relatorio.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

CRIAR ARQUITETURA. **Jardim de chuva**, 2013. Disponível em: <<https://criaarquitetura.com.br/jardins-de-chuva/>>. Acesso em: 07 ago.2020.

CROCE, Rômulo. **Relações entre espaço urbano e cursos d’água: conflitos e interações no vale do Rio Doce**. Dissertação (Pós-graduação) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2020. Disponível em: <http://portais4.ufes.br/posgrad/teses/tese_14308_R%D4MULO%20CROCE%20-%20VERS%C3O%20FINAL.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2020.

D’ALTÉRIO, Carlos Fabiano Vellozo. **Metodologia de cenários combinados para controle de cheias urbanas com aplicação à Bacia do Rio Joana**. Dissertação (Pós-graduação) – Curso de Engenharia Civil, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2004. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/pesquisa/DetalheObraForm.do?select_action=&co_obra=133010>. Acesso em: 12 ago. 2020.

DUARTE, Fábio. **Planejamento urbano**. Editora Ibex, 2009.

ESTÚDIO CHRISTIAN BARNARD LAND. **Green Streets Victoria BC**. 2010. Disponível em: <<http://christianbarnardblog.blogspot.com/2010/07/green-streets-victoria-bc.html>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

FERREIRA, José Carlos; MACHADO, João Reis. Infra-estruturas verdes para um futuro urbano sustentável. O contributo da estrutura ecológica e dos corredores verdes. **Revista LABVERDE**, São Paulo, n. 1, p. 69-90, 11 set. 2010. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.v0i1p69-90>>. Acesso em: 06 de mai. 2020.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. Infraestrutura verde em São Paulo: O caso do corredor verde Ibirapuera-Villa Lobos. **Revista Labverde**, n. 1, p. 135-154, 2010. Disponível em: <<https://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61284>>. Acesso em: 05 de mar. 2021.

FREITAS, Marina Roberta P.; NEGRÃO, Glauco Nonose. Vazios urbanos: estudo de caso no município de Guarapuava, PR. **Geographia Opportuno Tempore**, Londrina, v. 1, n. 2, p. 480-493, 2014. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/20309>>. Acesso em: 18 de mai. 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Colatina**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/panorama>>. Acesso em: 30 junh. 2020.

Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC). **Climate Change 2014**. Tradução: Magno Castelo Branco, Karla Sessin-Dilascio. São Paulo: Iniciativa Verde, 2015. Tradução de: Iniciativa Verde. Disponível em: <<https://www.iniciativaverde.org.br/programas-e-projetos-hsbc-solidariedade.php>>. Acesso em: 16 de ago. 2020.

HERZOG, Cecilia Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Revista Labverde**, São Paulo, n. 1, p. 92-115, 2010. Disponível em: <<http://www.revistas.usp.br/revistalabverde/article/view/61279/64214>>. Acesso em: 20 de mai. 2020.

KAWATOKO, Ivie Emi Sakuma. **Estabelecimento de cenários de medidas estruturais e não-estruturais para gestão das águas urbanas em escala de lote**. Dissertação (Mestrado), Universidade de São Paulo, São Carlos, 2012. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18138/tde-23042012-090308/publico/dissertacao_ivie_final.pdf>. Acesso em: 11 ago. 2020.

LAURENTIS, Dante. **Conceitos da Drenagem Urbana**. In: Rhama, 2017. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/index.php/aguas-urbanas/conceitos-da-drenagem-urbana/>>. Acesso em: 30 de mai. 2020.

MAGALHÃES, Mayara Danciger Vallin de; NERI, Thiago Botion. **Implantação de infraestrutura verde urbana como solução para alagamentos frequentes nas cidades**. Disponível em: <<https://www.dec.uc.pt/pluris2018/Paper1189.pdf>>. Acesso em: 02 de fev. 2021.

MARICATO, Eminia. **O impasse da política urbana no Brasil**. 2.ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2012.

MASCARÓ, Juan Luis. **Loteamentos Urbanos**. Editora: Emporio do livro. 2ª. Edição-128 pág. Porto Alegre, 2003.

MENDES, Heloisa Ceccato et al. **Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas de públicas mitigadoras**. São Carlos. Mimeografado, 2004. Disponível em: <http://www.shs.eesc.usp.br/downloads/docentes/eduardo-mario-mendonco/Mendes_de_Marco_Andrade_Souza_Macedo_SHS5874.pdf>. Acesso em: 12 ago. 2020.

MELLO, Carlos Rogério de. Et al.. Distribuição espacial da precipitação e da erosividade da chuva mensal e anual no Estado do Espírito Santo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas – São Paulo, v. 36, n. 6, p. 1878-1891, 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/pdf/rbcs/v36n6/22.pdf>>. Acesso em: 05 maio 2020.

MILANEZ, Bruno; FONSECA, Igor Ferraz da. **Justiça climática e eventos climáticos extremos: o caso das enchentes no Brasil**. 2010. Disponível em: <http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/5554/1/BRU_n4_justica.pdf>. Acesso em: 06 de ago. 2020.

PACHECO, Priscila. **Como o planejamento urbano influencia nosso dia a dia**. In: Wri Brasil, 2017. Disponível em: <<https://wribrasil.org.br/pt/blog/2017/10/como-o-planejamento-urbano-influencia-nosso-dia-dia>>. Acesso em: 25 jun. 2020.

PINTO, Luiza Helena; PINHEIRO, Sérgio Avelino. **Orientações básicas para drenagem urbana**. Belo Horizonte: FEAM, 2006.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 1, p. 15-23, 2000. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/46/c6be0bdb36e71f441b574b6a63d5a75a_2d24ccc39d0c0666232d4d538fcef31f.pdf>. Acesso em: 16 de ago. 2020.

PORTAS, Nuno. **Do vazio ao cheio**. In: Caderno de urbanismo nº 2, vazios e planejamentos da cidade. [s.l]: SMU, 2000. Disponível em: <<http://www.cidadeimaginaria.org/eu/Dovazioaocheio.doc>>. Acesso em: 10 de ago. 2020.

RIBEIRO, Suzana Kahn; SANTOS, Andrea Souza. **Mudanças climáticas e cidades: relatório especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, COPPE-UFRJ, 2016. Disponível em: <http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v10-2017-1.pdf>. Acesso em: 05 de maio 2020.

SAATKAMP, Gabriela de Almeida. **Jardim de chuva: estudo comparativo de um sistema de biorretenção de uma bacia de amortecimento pluvial**. 98 f. Dissertação (Graduação) – Curso de Engenharia Civil, Escola de Engenharia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2019. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/205820/001111729.pdf?sequence>>

=1&isAllowed=y>. Acesso em: 11 ago. 2020.

SANTOS, Flávio Augusto Altieri dos. **Alagamento e inundação urbana: modelo experimental de avaliação de risco**. 2010. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais) – Universidade Federal do Pará, Belém. SÃO PAULO, Prefeitura Municipal de Secretaria de Cultura. Dados sobre os aspectos culturais de São Paulo. São Paulo, 2012.

SILVA, Samuel de Assis. Et al.. **Variabilidade espacial do potencial erosivo das chuvas para o estado do Espírito Santo, Brasil**. Irriga, v.15, p.312-323, 2010. Disponível em: <<http://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/view/125>>. Acesso em: 16 de ago. 2020.

SIMÕES, Renata Mattos. **A construção de um sistema de espaços livres para Colatina-ES**. 173 f. Dissertação (Mestrado) – Curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2016.

SOUZA, Tania Machado Knaack; OTTONI, Adacto Benedicto. Análise crítica das causas e soluções sustentáveis para o controle de enchentes urbanas: o caso prático da bacia hidrográfica da praça da bandeira (estudo de caso). **Revista Nacional de Gerenciamento de Cidades**, v. 3, n. 17, 2015. Disponível em: <https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/gerenciamento_de_cidades/article/view/1009>. Acesso em: 10 de ago. 2020.

SOARES, Alvaro Bianchini. Et al.. **Drenagem urbana influência da drenagem urbana nas enchentes e inundações**. In: Seminário de Iniciação Científica, 23, Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <<https://www.publicacoeseventos.unijui.edu.br/index.php/salaconhecimento/article/view/5020>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

TEIXEIRA, Bárbara Klóss; SILVA, André de Souza. Tipos de vegetação para medidas compensatórias de controle pluvial na fonte em zonas subtropicais. **Revista LABVERDE**, São Paulo, v. 9, n. 2, p. 103-127, 2019. Disponível em: <<http://www.periodicos.usp.br/revistalabverde/article/view/146556>>. Acesso em: 12 ago. 2020.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Plano diretor de drenagem urbana: princípios e concepção. **Revista brasileira de recursos hídricos**, Porto Alegre, v. 2, n. 2, p. 5-12, 1997. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/56/db01fdcd78c5843f024709a1bf2b7bdb_6f0118d184384e38afda2b400a5d6458.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2020.

UGREEN. **O que são águas pluviais e por que elas merecem sua atenção**, 2021. Disponível em: <<https://www.ugreen.com.br/o-que-sao-aguas-pluviais-e-por-que-elasmerecem-sua-atencao/>>. Acesso em: 07 ago.2020.

VASCONCELLOS, Andréa Araujo. **Infraestrutura verde aplicada ao planejamento da ocupação urbana**. Appris Editora e Livraria Eireli-ME, 2015.