

Universidade Federal do ABC
Bacharelado em Planejamento Territorial

Guilherme do Amaral

O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E SEU PLANEJAMENTO NO TERRITÓRIO.
ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA - ESPÍRITO SANTO

Trabalho de Graduação

São Bernardo do Campo - SP
2020

Guilherme do Amaral

O SISTEMA DE DRENAGEM URBANA E SEU PLANEJAMENTO NO TERRITÓRIO.
ESTUDO DE CASO DO MUNICÍPIO DE VITÓRIA - ESPÍRITO SANTO

Monografia

Monografia apresentada ao Curso de Graduação Universidade Federal do ABC,
como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Planejamento
Territorial

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Luciana Rodrigues Fagnoni Costa Travassos

São Bernardo do Campo - SP

2020

A meus pais, por todo amor e cuidados dedicados.

A todos os que me cercam e me amam.

Agradecimentos

A Deus, pela vida e pela condição concedida em pertencer a uma família de grande amor e carinho. Por me permitir ter saúde e condições para a realização de toda a minha graduação e o desenvolvimento do presente trabalho.

Aos meus pais, por terem tanto se aplicado em minha criação e educação, sempre me mostrando o valor do amor e do respeito ao próximo. Por me ensinarem a persistir por meus sonhos e me dedicar em meus propósitos. Por me ensinarem a sempre buscar o melhor de mim, para me aplicar naquilo que possa me fazer crescer como ser humano, tanto pessoal como profissional.

Aos familiares, por sempre me mostrarem o significado de ter uma família e o quão importante se faz a convivência com aqueles que amamos e fazem parte de nossa história bem de perto.

Ao Felipe, por me permitir conhecer o significado do que é o amor, me fazendo perceber que em meio à nebulosidade que as diversidades da vida podem trazer, é possível ver que as cores do arco-íris sempre tornarão a vida mais leve.

Aos amigos, por sempre me apoiarem em minhas decisões, me mostrando que a vida é muito mais completa quando temos com quem dividi-la.

A professora Luciana, pela orientação e colaboração para o desenvolvimento do trabalho. Todo o interesse e ajuda aplicados durante a pesquisa foram de extrema importância e me fizeram ver mais uma vez o exemplo de profissional do qual desejo seguir, com alta competência e um grande carisma.

A Universidade Federal do ABC, por me proporcionar a oportunidade de ter acesso à um ensino de qualidade, por meio de professores altamente qualificados e competentes na execução de sua função de ensinar e contribuir para a formação de profissionais humanos e competentes.

À equipe técnica da Prefeitura Municipal de Vitória, que se colocaram à disposição para me auxiliar, em suas possibilidades, naquilo que me foi necessário para o bom desenvolvimento desse trabalho.

Meus sinceros agradecimentos a todos.

Resumo

Com o crescimento da urbanização no município de Vitória - Espírito Santo -, diversas intervenções foram realizadas no território, principalmente por meio de aterros, a fim de viabilizar a ocupação humana. Esse processo gerou diversos problemas para o município, como enchentes e inundações, problemas que se agravam com o acúmulo de água após as chuvas, devido à baixa declividade do território, e a elevação do nível do mar. Assim, o objetivo deste trabalho é observar quais são as principais medidas adotadas pelo município para solucionar o problema e se tais ações estão de acordo com os novos paradigmas de drenagem urbana, que estão relacionados a técnicas e práticas de gestão que buscam desenvolver uma gestão ambientalmente sustentável, ao mesmo tempo que propicia um ambiente favorável ao desenvolvimento das necessidades humanas básicas, como moradia, educação, lazer, entre outras. Por meio das medidas encontradas nos documentos municipais analisados, é possível observar que o sistema de drenagem ainda apresenta elementos vinculados a um sistema de drenagem antiquado, o que faz com que os problemas encontrados continuem ocorrendo. Portanto, o trabalho analisará essas propostas à luz dos novos paradigmas relacionados ao sistema de drenagem urbana, indicando quais são as possíveis medidas a serem adotadas para que Vitória tenha um sistema de drenagem mais bem estruturado.

Palavras-chave: aterro, drenagem urbana, gestão da água pluvial, melhores práticas de gestão da água.

Abstract

With the growth of urbanization in the municipality of Vitória - Espírito Santo -, several interventions were carried out in the territory, mainly by means of landfills, in order to make human occupation viable. This process generated several problems for the municipality, such as floods and floods, problems that worsen with the accumulation of water after the rains, due to the low slope of the territory, and the rise in sea level. Thus, the objective of this work is to observe which are the main measures adopted by the municipality to solve the problem and whether such actions are consistent with the new urban drainage paradigms, which are related to management techniques and practices that seek to develop an environmentally sustainable system, while providing a favorable environment for the development of basic human needs, such as housing, education, leisure, among others. Through the measures found in the analyzed municipal documents, it is possible to observe that the drainage system still has elements linked to an old-fashioned drainage system, which causes the problems encountered to continue to occur. Therefore, the work will analyze these proposals in the light of the new paradigms related to the urban drainage system, indicating what are the possible measures to be adopted so that Vitória has a better structured drainage system.

Keyword: landfill, urban drainage, rainwater management, best water management practices.

Lista de figuras

Figura 01: Residência com telhado verde	30
Figura 02: Estacionamento permeável vegetal	31
Figura 03: Estacionamento permeável de concreto	31
Figura 04: Praça de água	32
Figura 05: Cidade de Freiburg, Alemanha	34
Figura 06: Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro	35
Figura 07: Cidade de Melbourne, Austrália	36
Figura 08: Cidade de Roterdã, Holanda	37
Figura 09: Mapa de localização do município de Vitória	44
Figura 10: Configuração da capitania do Espírito Santo no ano de 1631	46
Figura 11: Configuração da ilha de Vitória no ano de 1896	47
Figura 12: Configuração do município de Vitória no ano de 2020	49
Figura 13: População de Vitória por bairro	50
Figura 14: Mapas de conexões internas de Vitória	52
Figura 15: Mapas de conexões externas de Vitória	53
Figura 16: Áreas aterradas no município de Vitória	56
Figura 17: Ilha do Príncipe incorporada à ilha de Vitória	57
Figura 18: Aterro da Esplanada Capixaba	57
Figura 19: Rua alagada em Vitória	58
Figura 20: Avenida Vitória alagada	59
Figura 21: Rua alagada - Praia do Canto, Vitória	59
Figura 22: Imagem comparativa entre os pontos de alagamento e as áreas aterradas de Vitória	60
Figura 23: Córrego Jucutuquara na década de 1930	63
Figura 24: Avenida Paulo Müller, com o Córrego Jucutuquara fora de vista sob o canteiro central	63
Figura 25: Córrego na Avenida Leitão da Silva	63
Figura 26: Corpos hídricos de Vitória	64
Figura 27: Cenários atual e futuros sobre pontos de alagamento de Vitória	69
Figura 28: Bacias de drenagem de Vitória	73
Figura 29: Caixa-ralo com grelha na Avenida Princesa Isabel	75

Figura 30: Sarjeta na Rua Barão de Itapemirim	76
Figura 31: Tampão de poço-de-visita na Avenida Beira Mar	76
Figura 32: EBAP da Bacia Bento Ferreira	77

Lista de gráficos

Gráfico 01: Atividades econômicas de Vitória	54
Gráfico 02: Precipitações pluviométricas diárias entre 1977 e 2013	66

Lista de quadros

Quadro 01: Resumo das infraestruturas utilizadas em áreas de baixa declividade e aterro	39
Quadro 02: Resumo da estrutura básica do PDDU	42
Quadro 03: Parâmetros do IQA	82

Lista de siglas

AGERH - Agência Estadual de Recursos Hídricos

BMP - Best Management Practises

CNPU - Comissão Nacional de Regiões Metropolitanas e Política Urbana

COMDEVIT - Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CSA - Cidade Sensível à Água

DHN - Diretoria de Hidrografia e Navegação

DNOS - Departamento Nacional de Obras e Saneamento

EBAP - Estação de Bombeamento de Águas Pluviais

ES - Espírito Santo

FAMOPES - Federação das Associações de Moradores e Movimentos Populares

FEMAR - Fundação Estudos do Mar

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCAPER - Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IQA - Índice de Qualidade da Água

LID - Low Impact Development

PDAU-RMGV - Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória

PDDU - Plano Diretor de Drenagem Urbana

PDMAP - Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais

PDU - Plano Diretor Urbano

PIB - Produto Interno Bruto

PNRH - Política Nacional de Recursos Hídricos

REGIC - Regiões de Influência das Cidades

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória

SEAMA - Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

SNSA - Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental

SUDS - Sustainable Urban Drainage Systems

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	14
1. DRENAGEM URBANA E SUA ESTRUTURAÇÃO SOBRE O TERRITÓRIO	17
1.1 Drenagem e seus principais conceitos e aplicações	17
1.2 Sistema de drenagem e sua construção ao longo da história	19
1.3 Século XXI: a drenagem e seus desafios	21
<i>1.3.1 O que são as BMP's e quais seus impactos sobre o sistema de drenagem</i>	23
<u>1.3.1.1 Medidas não estruturais</u>	26
<u>1.3.1.2 Medidas estruturais</u>	27
<i>1.3.2 BMP's e seus benefícios socioambientais</i>	29
<u>1.3.2.1 Infraestrutura verde e CSA: exemplos efetivos</u>	33
1.4 A drenagem aplicada em áreas de baixa declividade e aterro	37
1.5 Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU	40
2. VITÓRIA E SUA CONFIGURAÇÃO TERRITORIAL, AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA	44
2.1 Desenvolvimento histórico: a configuração municipal no transcorrer dos anos	45
2.2 Inserção regional e a atual face do município	50
2.3 Aterros como meio de reestruturação do território para a ocupação humana	55
3. VITÓRIA E SUA RELAÇÃO COM A ÁGUA	62
3.1 Aspectos e características que interferem no sistema de drenagem	65
<i>3.1.1 O regime de chuvas</i>	65
<i>3.1.2 O regime de marés</i>	67
3.2 O Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB	70
<i>3.2.1 PMSB e seus principais resultados</i>	74

<u>3.2.1.1 Quanto às Bacias de Drenagem</u>	74
<u>3.2.1.2 Quanto à gestão da drenagem urbana</u>	80
<u>3.2.1.3 Outros elementos de influência sobre o sistema de drenagem</u>	82
3.3 Qual o caminho adotado por Vitória? Análise do Plano à luz dos conceitos das BMP's e da CSA	83
CONCLUSÃO	86
REFERÊNCIAS	88

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da vida humana sobre o território só é possível por meio de elementos naturais que possibilitam sua existência. Dentre esses elementos, encontra-se a água, que o ser humano utiliza para o abastecimento das cidades, a geração de energia, a irrigação, entre outras funções. Considerando os rios, é preciso olhar não somente o espaço pelo qual eles correm, nos fundos de vale e várzeas, mas também toda a vegetação e biodiversidade ao seu redor. Dessa forma, toda a região que é drenada por um rio é chamada de bacia hidrográfica. A partir do momento que tudo está conectado, qualquer modificação significativa implicará em impactos em todo o espaço da bacia. As interferências que a ocupação humana gera em seu suporte físico, por meio de desmatamento, alteração da cobertura do solo, ocupação irregular em fundos de vale, entre outros, são a causa de diversos problemas diagnosticados nas grandes cidades, como, por exemplo, deslizamentos, alagamentos e inundações (POMPÊO, 2000).

Com o regime de chuvas apresentando maior intensidade em determinadas épocas do ano, os rios passam a receber um maior fluxo de água, fazendo com que seus níveis aumentem para além de suas margens, gerando o processo de inundação. Além disso, a impermeabilização do solo, que acelera os processos de inundação, também faz com que áreas específicas sofram com problemas de alagamento, visto que o solo não absorve a água recebida e o excedente presente no local acaba se acumulando temporariamente (POMPÊO, 2000).

Por essas razões, é extremamente necessário o desenvolvimento de um sistema eficiente, capaz manejar a água de modo a minimizar, o máximo possível, os efeitos negativos nas áreas urbanas, ou seja, se faz necessário um bom sistema de drenagem urbana, que envolva estudos relacionados às causas dos alagamentos e inundações e suas possíveis soluções. Assim, é possível definir drenagem urbana como sendo uma ação que faz parte de um sistema de planejamento e gestão, não se limitando apenas a obras que visam a solução do problema de maneira mais imediata e pontual (POMPÊO, 2000).

Como tal problema se mostra recorrente nas cidades ao redor do mundo, as capitais brasileiras não escapam à essa situação. O município de Vitória, capital do estado do Espírito Santo, é uma das cidades que sofrem com esse tipo de problema há alguns anos. Sendo uma das capitais mais antigas do país, o município sofreu diversas alterações na configuração da cobertura de seu solo, devido a ocupação humana e por meio de sucessivos aterramentos, principalmente no século XX, que promoveram o crescimento do território municipal, avançando sobre determinados pontos do mar e também ligando algumas ilhas à ilha principal. Essa ação possibilitou o avanço da ocupação humana no território e, a fim de atender às novas demandas populacionais e logísticas - como por exemplo o aumento do acesso entre o Porto de Vitória e as partes internas da ilha -, novos aterros foram sendo implementados, de modo que o processo de aterramento passou a acontecer de maneira intensa mas, em alguns casos, de forma desnecessária (FREITAS, 2004).

Com o processo de expansão, a ação humana sobre o território gerou diversos problemas, como a contaminação de corpos d'água devido o descarte de resíduos sólidos e efluentes contaminados e a impermeabilização do solo, devido a ocupação urbana. Tais problemas se apresentam como os principais desafios enfrentados por Vitória no que diz respeito à drenagem urbana, pois a impermeabilização do solo gerou uma menor absorção da água da chuva e, conseqüentemente, seu acúmulo nas vias públicas, ocasionando diversos pontos de alagamentos. Com o descarte de resíduos sólidos e efluentes sanitários nos corpos d'água do entorno da Ilha principal, a contaminação faz com que haja uma maior demanda de tratamento intenso de água, a fim de que a mesma apresente boa qualidade para o reabastecimento do município e, posteriormente, seu consumo. Dessa forma, Vitória apresenta diversos problemas relacionados ao seu sistema de drenagem urbana.

Considerando o histórico de alteração do solo e os pontos de alagamento no município, surgiu a seguinte pergunta, a qual orientará o desenvolvimento deste trabalho: como a drenagem urbana tem sido planejada para o município de Vitória - Espírito Santo?

Esse trabalho tem como objetivo geral estudar como a drenagem urbana tem sido planejada no município de Vitória, com recorte para a parte insular. A análise das políticas de drenagem urbana no município e sua relação com os paradigmas atuais será possível por meio dos seguintes objetivos específicos:

- apresentar os conceitos e definições sobre o que é drenagem urbana, assim como seu desenvolvimento ao longo dos anos;
- apresentar o histórico da drenagem urbana no território;
- traçar os principais problemas relacionados à drenagem no município;
- analisar o plano de drenagem; e
- analisar como o problema tem sido tratado, observando se as medidas adotadas se mostram condizentes com os problemas apresentados.

A metodologia utilizada para o desenvolvimento do trabalho se deu por meio de estudo de bibliografia relacionada à definição de drenagem urbana e de sua aplicação no caso do município de Vitória. Além disso, será analisado o plano de drenagem existente em Vitória, a fim de observar como o município se posiciona diante dos problemas de alagamentos e das deficiências do sistema de drenagem diagnosticadas no território. O trabalho também apresentará imagens ilustrativas sobre infraestruturas implantadas em outras cidades, a fim de apresentar alternativas adotadas por estas diante da presença da água em seu território. Foram adicionadas também algumas figuras e mapas sobre a configuração espacial do município e suas principais características físicas e de organização territorial, a fim de proporcionar uma melhor compreensão sobre Vitória e sua importância, e apresentando também os locais onde se encontram os pontos de alagamento no município.

1. DRENAGEM URBANA E SUA ESTRUTURAÇÃO SOBRE O TERRITÓRIO

Falar sobre drenagem urbana é falar sobre um sistema desenvolvido há muitos anos, de modo que se faz imprescindível compreender o processo que levou à sua criação, assim como os contextos históricos responsáveis por seu desenvolvimento da maneira que ocorreu e até chegar no modelo que é conhecido hoje, tanto na literatura científica e técnica quanto por sua utilização por parte das prefeituras e de órgãos governamentais responsáveis pelo planejamento urbano e ambiental. Sendo assim, esse capítulo é responsável por apresentar cada uma dessas características, observando cada período do sistema de drenagem urbana e quais estruturas principais pensadas para o ambiente urbano, assim como seu impacto para a sociedade.

1.1. Drenagem e seus principais conceitos e aplicações

O conceito de drenagem urbana está vinculado com o modo como a água é tratada no território, por meio da busca de promover uma redução nos riscos vinculados à presença da água nas áreas urbanas e na mitigação de inundações. Essa busca possibilita que haja uma maior harmonização entre a infraestrutura urbana e os recursos naturais, como corpos hídricos, vegetação nativa, entre outros, a fim de que as áreas urbanas sejam mais sustentáveis. Esse sistema urbano possui uma particularidade que o difere dos demais, pois a existência ou não desse sistema não fará com a água deixe de existir, muito pelo contrário, esta continuará presente no território, seja por meio da chuva, seja pelos corpos hídricos. Dessa forma, tal sistema demanda um bom planejamento e funcionamento, para que a cidade não sofra com problemas hídricos, como alagamentos (TOMINAGA, 2013). Por isso, uma das principais funções da drenagem urbana, ao longo de sua trajetória

conceitual e tecnológica, foi e ainda é promover a coleta e o escoamento do volume de água presente no solo, a fim de evitar problemas de alagamentos e inundações (SNSA, 2003).

Com o avanço da urbanização, as áreas que ainda não haviam sido ocupadas passaram a receber população, de modo que a mancha urbana foi se expandindo sobre o território. Dessa forma, a gestão sobre o território não pode ocorrer em uma única escala, mas é preciso observar as particularidades em cada parte da cidade. Com o sistema de drenagem não é diferente: é necessário que haja um planejamento em diversas escalas, a fim de que a configuração do espaço seja a melhor possível, respeitando os limites ambientais e proporcionando um território habitável. Tendo isso em vista, o sistema de drenagem urbana pode ser planejado em três escalas diferentes (PORTO ALEGRE, 2005), que são:

- Na fonte: é a menor escala que o sistema pode apresentar. Está relacionado com a drenagem de um modo pontual, na escala do lote, em empreendimentos, parques, passeios, entre outros;
- Microdrenagem: relaciona-se com uma área de dimensão maior que lotes e terrenos, sendo, de um modo geral, de responsabilidade do município o seu planejamento. Configura-se como rede primária de manejo, pois possui infraestrutura de condutos pluviais que permite o transporte ou a retenção do volume de água, antes de alcançar um sistema de maior dimensão;
- Macrodrenagem: é o sistema responsável pela coleta de água de diversos sistemas de microdrenagem. Costuma apresentar dimensões iguais ou maiores a 2 km², porém, esse valor não é definido como regra, pois é necessário que haja uma interpretação do território, a fim de compreender suas particularidades e, dessa forma, dimensionar o sistema de maneira que este venha ser mais efetivo. É possível que as dimensões da bacia, mesmo que seja de pequeno porte, ultrapasse os limites entre divisões administrativas, o que faz com que seu planejamento possa ocorrer em conjunto com mais de um ente federativo ou até mesmo por entidades metropolitanas.

Além de apresentar três escalas diferentes, a demanda pelo sistema de drenagem pode apresentar necessidades de duas naturezas diferentes, sendo a primeira de escoamento da água pluvial, a qual tem como destino final corpos hídricos como os rios, e a segunda de esgotamento sanitário, responsável pelo

escoamento dos resíduos sólidos produzidos pelo ser humano e que necessitam ser direcionados para alguma estação de tratamento. O escoamento do esgoto sanitário é feito de maneira separada ao da drenagem pluvial, a fim de que não haja a contaminação dos corpos d'água. É possível encontrar sistemas que trabalham de maneira mista, ou seja, onde há a presença dos dois modelos, porém, os mesmos são elaborados de forma a não se misturarem e, dessa maneira, promover a destinação correta de cada um dos mesmos. Um dos grandes problemas enfrentados pelas cidades é quando ocorre a interligação entre os dois sistemas, de modo que o esgotamento sanitário acaba tendo como destino final, em muitos casos, os corpos hídricos, de modo que venha a poluí-los e degradá-los. Por isso, o planejamento do sistema de drenagem é indispensável, pois exige que ocorra de uma maneira efetiva para que os recursos naturais não venham a ser prejudicados (SNSA, 2003).

O estudo do território para o planejamento da drenagem é de suma importância, pois esse apresentará as particularidades do município e quais as suas principais demandas de atendimento. Nesse contexto, a drenagem poderá ser, em uma leitura abrangente, de dois tipos diferentes, sendo um deles preventivo, que ocorre quando o planejamento urbano é feito em diálogo com a gestão das águas pluviais, e o corretivo, que é responsável pela correção e mitigação dos problemas relacionados à má gestão da água no território (PARANÁ, 2002).

1.2. Sistema de drenagem e sua construção ao longo da história

O crescimento populacional e o avanço das manchas urbanas, com degradação ambiental foi se tornando cada vez mais uma realidade das cidades, de modo que estas passaram a apresentar cada vez menos elementos naturais, como vegetação nativa, corpos hídricos com boa qualidade da água, entre outros. Além de tal impacto ambiental, a saúde da população também passou a ser afetada, pois com a piora na qualidade dos recursos naturais restantes, o ambiente se tornou mais propício a propagação de doenças.

A fim de solucionar esse problema, surge na Europa, no final do século XVIII, um movimento conhecido como movimento higienista (ALVES, 2005). Esse movimento tinha como principal diretriz a eliminação rápida dos resíduos sólidos e da água parada dos centros urbanos, o que era possível, principalmente, por meio da canalização e retificação dos corpos hídricos.

Enquanto a Europa já apresentava o desenvolvimento de novos métodos de sistema de drenagem para proporcionar uma melhoria na qualidade da vida da população, no Brasil, as obras pioneiras datam do final do século XIX e início do século XX, tendo como marco conceitual e institucional o Engenheiro Francisco Saturnino Rodrigues de Brito, conhecido apenas como Saturnino de Brito. O Engenheiro foi responsável por implementar diversas medidas inovadoras, como relacionar o sistema de drenagem com a saúde pública. Tais medidas tinham como foco a promoção da melhoria do ambiente urbano, o que influenciaria diretamente na qualidade de vida da população.

No âmbito federal, em um contexto de centralização e formação da burocracia estatal, e com o crescimento do número de obras nessa vertente, em 1930, foi criado o Departamento Nacional de Obras e Saneamento - DNOS -, que tinha como principal função a promoção da drenagem urbana nas principais cidades brasileiras, principalmente no Rio de Janeiro, que se constituía como capital brasileira no período. Além disso, com a expansão do sistema de drenagem, o DNOS visava a melhoria do território, possibilitando o avanço da infraestrutura de urbanização e, desse modo, promover o crescimento das cidades (SNSA, 2003).

Sendo um dos efeitos do crescimento da urbanização a impermeabilização do solo, o impacto gerado no ambiente foi a menor incidência de absorção de água da chuva, o que fez com que o volume escoado sobre as vias se tornasse muito maior, gerando pontos de alagamentos e sobrecarregando os sistemas de drenagens. Desse modo, uma das maneiras encontradas para solucionar tal problema foi a canalização dos corpos hídricos, pois, dessa forma, seria possível promover o escoamento de uma maneira mais rápida e eficiente, sem que a cidade passasse por problemas de inundações. Entretanto, essa medida não proporcionou a eliminação do problema, uma vez que transferia as águas para jusante, de modo que as populações residentes nessas áreas acabavam sendo ainda mais afetadas com inundações. Somente a partir da década de 1990 novos paradigmas começaram a ser pensados, no Brasil, a fim de encontrar um novo meio de

desenvolver o sistema de drenagem de uma maneira mais eficiente. Novos métodos de armazenamento temporário de água passaram a ser utilizados pelas cidades brasileiras, porém, ainda havia uma forte resistência quanto ao abandono da canalização de rios, de modo que tal medida ainda é encontrada em diversos municípios (TRAVASSOS, 2004), seguindo hegemônica.

Com base nas informações apresentadas anteriormente, é possível observar que o sistema de drenagem urbana foi sendo tratado de diferentes maneiras ao longo dos anos, sempre de modo a proporcionar a melhoria da qualidade de vida à população. Desse modo, a drenagem se constitui um importante sistema urbano e que ainda enfrenta diversos desafios, que necessitam ser superados para que seja possível atingir um ambiente urbano mais sustentável.

1.3. Século XXI: a drenagem e seus desafios

A busca por um sistema de drenagem mais eficiente e sustentável segue uma pauta importante. Além dos problemas relacionados à expansão urbana e de sua impermeabilização do solo, as intervenções de drenagem também estão relacionadas com as mudanças nos padrões de inundação. As inundações podem ocorrer de duas maneiras diferentes, que são as ribeirinhas, relacionadas ao ciclo natural da água, e as decorrentes da ocupação humana, que ocorrem principalmente quando há a ocupação em áreas de várzea, agravadas pela ocupação urbana, que gera muitos outros problemas, como rebaixamento do lençol freático, principalmente causado pela redução do volume de água infiltrada devido à impermeabilização do solo e vai ter um impacto na manutenção de vazão de base dos rios e córregos, a alteração da cobertura vegetal, e o assoreamento das regiões ribeirinhas, entre outros (ALVES, 2005).

Um dos maiores problemas hoje enfrentados pelas cidades é a falta de um sistema de drenagem urbana bem planejado e desenvolvido. A partir do momento que o sistema de drenagem não apresenta as condições necessárias para atender às necessidades urbanas de manejo de água, a cidade se torna suscetível ao colapso. Isso se dá principalmente pelo fato de que muitos municípios ainda

consideram de forma única conceitos que já foram comprovados como relativos ou com eficiência limitada, como a canalização de rios. Esse método se mostra ainda menos eficiente considerando que a cidade não para de crescer, então conforme os limites entre a área urbana e a rural se alteram, a porcentagem de impermeabilização do solo, conseqüentemente, aumenta, de modo que o volume escoado superficialmente se torna maior, sobrecarregando mais ainda os sistemas de infraestrutura de drenagem existentes (SNSA, 2003).

Outro fator que interfere diretamente nessa questão diz respeito às ocupações irregulares podem gerar conexões clandestinas, de modo que os efluentes de esgoto produzidos são lançados de maneira ilegal sobre o sistema de escoamento de água pluvial, contaminando os corpos d'água. mesmo quando a ocupação não ocorre de maneira clandestina, novos e antigos loteamentos estão sujeitos a passar por problemas de drenagem a partir do momento em que, muitas das vezes, o município planeja a urbanização de determinada área, o sistema de esgotamento sanitário é planejado posteriormente ao sistema de drenagem pluvial, ou não planejado tampouco implementado, de modo que ambos acabam sendo conectados. É necessário que haja um melhor planejamento de todo o sistema de drenagem e saneamento, a fim de que tais problemas sejam evitados e o meio urbano e seu suporte físico apresentem boas condições.

Desse modo, foram elaborados alguns instrumentos com força de lei, os quais possibilitam que o desenvolvimento urbano atenda às demandas sociais e ambientais. Pode-se citar como alguns desses instrumentos o Plano Diretor de Drenagem Urbana, Planos Urbanísticos Diversos, Lei de uso e ocupação do solo, e também a legislação municipal ou metropolitana que venha a ser criada pelo próprio município e/ou instância metropolitana (SNSA, 2003).

As novas tendências de planejamento possibilitaram algumas mudanças no sistema de drenagem. Com o passar dos anos, os entes responsáveis pelo sistema de drenagem passaram a compreender que a canalização não se configura como o melhor sistema utilizado para a solução de problemas e que existem outras técnicas, como por exemplo, o armazenamento temporário de água. Dessa forma, os municípios iniciaram um processo de transição pelo qual os sistemas de drenagem passaram a ser mais retentores de água, armazenando-as por determinado período de tempo, visando diminuir o escoamento rápido de água para jusante (TRAVASSOS, 2010). É de grande importância que as cidades apresentem baixos

gastos, de modo que os recursos financeiros sejam melhor aproveitados. Desse modo, além de todos os impactos ambientais gerados, as cidades passaram a reconhecer os gastos obtidos com tais modelos de sistema, pois estes demandam uma maior disponibilidade de recursos para a implantação de tubulações, as quais apresentavam problemas de vazamento ao longo do tempo e, dessa forma, demandavam reformas. Sendo assim, a adoção das infraestruturas tradicionais se tornam ineficientes, tanto ao meio ambiente quanto economicamente (HOWE, 2012).

Diante da mudança de perspectiva sobre as medidas adotadas ao sistema de drenagem, estudos começaram a surgir a fim de apresentar medidas ambientalmente mais viáveis, de modo que estas proporcionem uma maior preservação do meio ambiente e sejam capazes de atender as necessidades encontradas no meio urbano. Essas medidas apresentam resultados positivos, que podem trazer benefícios à cidade, como a melhoria dos ambientes natural e urbano. Essas medidas serão apresentadas a seguir.

1.3.1. O que são as BMP's e quais seus impactos sobre o sistema de drenagem

Diante de todos os impactos ambientais gerados pela urbanização na drenagem, diversos estudos buscaram a melhor forma de mitigá-los e de solucionar os problemas relacionados ao meio urbano. Visando promover um melhor desenvolvimento das cidades em consonância com o meio ambiente, surge na década de 1980, nos Estados Unidos, as *Best Management Practises* - BMP's - (em português, Melhores Práticas de Gerenciamento). As BMP's estão relacionadas com a inovação no conceito de drenagem urbana, conceito esse que tem superado a visão tradicional de que a água pluvial é um passivo para a cidade e deve ser eliminada o mais rápido possível, passando a enxergar a água como um possível ativo no ambiente urbano (RIBEIRO, 2014).

Essa nova visão surgiu por meio de diversos estudos que visam a melhoria do sistema de drenagem, a fim de que este seja mais efetivo no meio urbano e que, principalmente, promova a preservação ambiental. Um dos principais conceitos

referente às novas práticas diz respeito ao *Low Impact Development* - LID - (em português, Desenvolvimento de Baixo Impacto). Sendo mais usado na América do Norte e na Nova Zelândia, o conceito por trás do termo vem sendo trabalhado desde as últimas décadas do século XX, e tem buscado promover uma adequação quanto a maneira como a água pluvial é tratada no território.

Um dos principais preceitos do LID é promover uma melhor gestão da água pluvial com diminuição dos custos relacionados ao sistema de drenagem, o que é possível por meio do planejamento urbano com um design que dialoga com a natureza. A LID busca promover esse design ambiental por meio da adoção de medidas que promovam o escoamento de maneira a seguir os modelos naturais de cursos d'água, o que gera uma melhoria na qualidade da água. Além disso, são propostas ações de reúso da água, de modo que haja uma diminuição do uso dos corpos hídricos presentes no território. Dessa forma, o LID propõe uma inovação quanto à gestão e o planejamento do sistema de drenagem urbana, tendo como principal objetivo uma gestão mais ambientalmente sustentável (FLETCHER et al., 2014).

Com a inovação na gestão da água pluvial, a implementação de novas medidas estruturais se tornou indispensável para que o sistema de drenagem pudesse se tornar sustentável. Dessa forma, surgiram os *Sustainable Urban Drainage Systems* - SUDS - (em português, Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável). Os SUDS estão principalmente ligados à práticas e tecnologias adotadas no manejo e tratamento da água pluvial no meio urbano, por meio de infraestruturas que estejam de acordo com os sistemas naturais e promovam melhoria da qualidade da água, tais como valas vegetadas, telhados verdes, entre outros. A implementação de tais medidas torna possível a adoção de uma gestão da água condizente com os preceitos propostos pelo LID (FLETCHER et al., 2014).

Desse modo, as BMP's, o LID e os SUDS apresentam forte diálogo entre si, pois trabalham em prol de desenvolver novos modelos de gestão da água pluvial e apresentam quais as principais infraestruturas a serem utilizadas a fim de proporcionar a efetividade na implementação de tais modelos, de modo que estes sejam mais sustentáveis e a presença da água pluvial no meio urbano seja tratada de maneira a promover a preservação dos corpos hídricos presentes no território e a harmonização do meio urbano com o meio natural (FLETCHER et al., 2014).

No Brasil, as BMP's são conhecidas como Técnicas Compensatórias de Drenagem Urbana (RIBEIRO, 2014). Elas surgem como uma resposta aos crescentes problemas vinculados à drenagem, como alagamentos, contaminação de corpos hídricos devido a efluentes sanitários, assoreamento de rios, entre outros, e tem como principal proposta desenvolver um sistema capaz de escoar a água superficial de modo a não gerar impactos negativos ao meio ambiente, proporcionando que esse tenha mais respeito pelo ambiente urbano e que ambos vivam o mais próximo da harmonização. Isso só é possível por meio de um sistema que desde o momento inicial do evento chuvoso dê uma destinação para a água. No caso de tentar mitigar a poluição dos corpos hídricos, a água que possui algum tipo de efluente ou resíduo sólido é armazenada, evitando a propagação do mesmo e, conseqüentemente, uma contaminação (RIGHETTO, 2017).

A implementação das BMP's dependem de diversos fatores, como a participação da sociedade civil, a existência de um corpo técnico capacitado, esforço político, entre outros. Em termos de aspectos físicos, elas são recomendadas a serem aplicadas também em áreas de baixa declividade, pois trabalham principalmente com o processo de armazenamento e, nessas áreas, é mais fácil a construção dos reservatórios. Além disso, é necessário que haja uma compreensão do território, para que seja possível compreender qual o melhor tipo de aplicação de tais medidas, de modo que venham a apresentar resultados mais positivos. Com base nisso, as BMP's foram agrupadas em três grupos diferentes (RIBEIRO, 2014), os quais são:

- Controle na fonte: essas medidas correspondem a ações desenvolvidas para darem alguma destinação à água a partir do momento que entram em contato com essa. São medidas desenvolvidas em locais específicos e são tratadas em pequena escala, como em lotes, empreendimentos, praças, entre outros. Alguns exemplos de infraestrutura relacionada a esse tipo de controle são a instalação de telhados verdes, cisternas, pavimentos porosos, poços de infiltração, entre outros;
- Controle centralizado: essas medidas são adotadas a fim de gerar o armazenamento temporário de água em reservatórios. Essa medida é utilizada em regiões de baixa ou nenhuma declividade, visto que dependem da instalação de reservatórios de retenção e detenção. Também podem ser utilizados alagadiços e bacias de infiltração;

- Controle linear: essas medidas também podem estar vinculadas com o armazenamento temporário, mas seu foco principal está relacionado com a redução do montante de água durante seu escoamento, assim como a remoção dos poluentes contidos nela. Para que esses objetivos sejam alcançados, essas medidas estão relacionadas com a implementação de valetas vegetadas, faixa gramada, jardim de chuva, trincheiras de infiltração e retenção, entre outros. Pode ser encontrada em dimensões locais, como lotes e empreendimentos, ou em maior escala, de acordo com os critérios mencionados anteriormente sobre a microdrenagem.

A implantação de cada uma dessas medidas é de extrema importância para o bom funcionamento de todo o sistema, pois por meio delas, as medidas necessárias de controle do escoamento de água, assim como a não propagação da poluição, serão tomadas. Essas medidas podem ser classificadas como medidas não estruturais e as estruturais (RIBEIRO, 2014) e serão detalhadas a seguir.

1.3.1.1. Medidas não estruturais

As medidas não estruturais são medidas de planejamento e gestão, bem como as que são tomadas a fim de promover a conscientização da população, de modo que essa possa contribuir para a preservação do meio ambiente. Assim, estão relacionadas a planos e projetos, que visam a promoção de ações de estruturação territorial, preservação e recuperação ambiental. Tendo em vista as condições existentes no território e a dinâmica socioambiental nele desenvolvidas, tais medidas podem apresentar dois caracteres diferentes, sendo um deles o preventivo, que tem como propósito a conscientização da população e a adoção de medidas que evitem a degradação ambiental, ou corretivo, no caso de já haver ocorrido a degradação e, dessa forma, as ações serão voltadas para a recuperação territorial e a busca pela adoção de novas práticas para que o meio ambiente não volte a ser prejudicado. Uma das maiores dificuldades em sua aplicação é a conscientização e participação social, pois em muitos casos, há a resistência por parte da sociedade civil em alterar

seus padrões de vida e a maneira como interagem com o meio ambiente (RIBEIRO, 2014).

Uma das formas de fomentar a participação social é por meio da promoção do envolvimento com a população local com as questões relacionadas ao espaço. Com a aceitação dos moradores, a aplicação das medidas não estruturais se tornam mais eficazes, trazendo bons resultados para o meio ambiente e para a vida no meio urbano. Algumas das medidas que podem ser tomadas estão relacionadas com a prevenção da poluição, envolvendo ações de limpeza das vias públicas e educação com áreas verdes, medidas de controle, que são responsáveis por promover o controle da infraestrutura local para que não haja sistemas clandestinos que possam poluir o meio ambiente, e medidas mitigadoras, que estão vinculadas a um sistema de alerta quanto à inundações e enchentes, assim como a disponibilização de seguros contra tais problemas. Todas essas medidas são viáveis ao município, pois dessa forma, a sociedade civil tem participação ativa na preservação do meio ambiente em conjunto com o meio urbano, evitando assim que os sistemas de drenagem sejam prejudicados. Dessa forma, ocorre a redução de custos com manutenção de sistemas e com a implementação de infraestrutura necessária para a solução de problemas gerados pela densa ocupação no território (RIBEIRO, 2014).

1.3.1.2. Medidas estruturais

As medidas estruturais estão relacionadas com a infraestrutura e intervenções físicas que ocorrem no espaço. Elas são compostas por todas as obras de engenharia que são desenvolvidas no município e atuam sobre o montante de água superficial, controlando seu escoamento por meio de canaletas, canais alagadiços, bacias de retenção e detenção, entre outros. Assim como as medidas não estruturais, elas podem se manifestar de dois tipos diferentes, sendo uma delas de modo intensivo, relacionado com o tratamento direto da água no que diz respeito a armazenamento e controle de poluentes, ou de modo extensivo, estando mais relacionados com o planejamento e a organização do uso e ocupação do solo, por meio da promoção da recuperação de recursos naturais, como vegetação nativa e

cursos d'água. Uma de suas maiores desvantagens diz respeito ao seu custo de implementação, pois como se tratam de obras de engenharia e implementação de infraestrutura, os custos se tornam elevados para sua execução. Além disso, devem ser muito bem planejadas, pois em situação de equívoco, os custos de reparação do sistema seriam ainda maiores (RIBEIRO, 2014).

A adoção de tais medidas só é possível por meio de uma mudança na maneira como a água é tratada. Atualmente, há um grande número de municípios que tratam a água como se ela fosse um passivo no meio urbano. A aplicação das BMP's demanda que a água seja tratada como um ativo, de modo que esta venha a trazer benefícios à cidade, assim como possibilitar uma maior preservação ambiental. Dessa forma, a água é interceptada e desacelerada na fonte, ou seja, captada desde o momento do início do evento chuvoso, ao entrar em contato com telhados verdes, solos permeáveis, faixas gramadas, até o momento de ter seu maior volume escoado, sendo esse escoamento feito por valetas gramadas, canais, ou até mesmo permanecendo retida em reservatórios de retenção e detenção (GRANT, 2016). A aplicação de tais medidas podem ocorrer de maneira corretiva, a fim de mitigar algum problema ambiental e de drenagem existente no território, ou de maneira alternativa, responsáveis por apresentar medidas diferentes das tradicionais e que gerem melhores condições para o ambiente natural e urbano (PARANÁ, 2002).

A partir do momento que ocorre a retenção de parte do volume escoado, o volume drenado se torna menor, gerando uma menor carga sobre o sistema de drenagem. Desse modo, há uma conservação melhor da infraestrutura do sistema, demandando menores investimentos para manutenção e também dispensando a instalação de novos reservatórios e/ou ampliação do sistema. Além disso, com a presença de elementos verdes na infraestrutura, a promoção da preservação ambiental ocorre de maneira mais efetiva, melhorando a qualidade da água, do ar e da vegetação nativa. A aplicação das medidas ocorrem em escalas diferentes, indo desde pontos específicos da cidade, como lotes, terrenos e residências, até áreas mais abrangentes, como parques e espaços públicos. Desse modo, as medidas podem ser aplicadas tanto na microdrenagem quanto na macrodrenagem, promovendo a recuperação do ciclo da água e a melhoria nas condições ambientais, assim como do paisagismo nas áreas urbanas (PARANÁ, 2002).

1.3.2. BMP's e seus benefícios socioambientais

Conforme apresentado anteriormente, o uso de técnicas que promovam o escoamento da água no meio urbano em consonância com a preservação ambiental é algo de extrema necessidade. A busca por ambientes urbanos mais sustentáveis só é possível por meio do diálogo pacífico com os elementos naturais, como a vegetação e os corpos hídricos.

Uma das maneiras que possibilitam o desenvolvimento de sistemas mais sustentáveis é a instalação de infraestrutura verde. A infraestrutura verde consiste em estruturas que conciliam os elementos do meio urbano, como sistema de drenagem, passeios, telhados, com elementos da natureza, como árvores, gramados, entre outros. Esse modelo permite que todas as funções desenvolvidas nas cidades possam ser feitas de maneira a causar a menor agressão possível ao meio ambiente, sem que deixem de funcionar efetivamente. Essas medidas podem ser tomadas em todas as escalas, desde a escala local, instaladas em residências, escolas, hospitais, entre outros estabelecimentos da cidade, como em uma maior escala, atendendo a espaços públicos e áreas de grande extensão e circulação de pessoas (HERZOG; ROSA, 2010).

As árvores são responsáveis por funções ecológicas que não são capazes de serem reproduzidas por nenhum outro sistema natural, como filtrar o ar, captar os gases do efeito estufa, promover a biodiversidade, evitar assoreamentos em corpos hídricos, entre outros. Dessa forma, o uso delas na infraestrutura verde é indispensável, pois permite que a qualidade do ar, da água e do meio urbano se torne melhor. Para que isso seja possível, é importante que haja a integração entre áreas naturais, como parques, e os demais sistemas do município, como o sistema viário, pois dessa forma ocorrerá uma maior disseminação de tal tipo de infraestrutura no território municipal, gerando um ambiente mais agradável e com menores impactos ambientais, como os advindos das mudanças climáticas (HERZOG; ROSA, 2010).

No que diz respeito aos corpos d'água, existem algumas adaptações pelas quais as cidades podem passar para chegar ao modelo de cidade mais sustentável, sendo uma delas a busca por de tornar uma Cidade Sensível à Água - CSA (HOWE,

2012). As CSAs são cidades que tratam a água como um ativo e tem o planejamento e gestão da mesma em conjunto com os demais sistemas do ambiente urbano. O conceito surge em contrapartida ao conceito de cidade drenada, ou seja, a água deixa de ser unicamente escoada, mas é armazenada, tratada e reutilizada para o atendimento das necessidades do município, como abastecimento e geração de energia. Esse modelo busca preservar e recuperar os corpos hídricos existentes no ambiente urbano, de modo que seu uso ocorra de maneira consciente e sustentável (HOWE, 2012).

Uma das estruturas utilizadas pela infraestrutura verde são os telhados verdes. Esse tipo de telhado é instalado com o propósito de promover a intervenção à água da chuva desde seu primeiro contato, de modo que parte do volume seja absorvido e o volume escoado para as vias seja menor. Além disso, tal telhado proporciona o resfriamento da edificação e, se esta estiver em uma área arborizada, a sombra projetada pelas árvores auxiliarão no seu resfriamento, tornando o ambiente mais agradável e gerando um melhor paisagismo na cidade. Estudos também indicam melhores resultados no desempenho escolar dos estudantes, assim como no rendimento profissional do trabalhadores nos locais em que são implantadas. É possível também que haja outros tipos de uso dessa infraestrutura, como é o caso do Japão, onde há propriedades que aproveitam desse tipo de telhado para fazer o plantio de alimentos. A Figura 01 a seguir mostra uma residência que possui telhado verde:

Figura 01: Residência com telhado verde



Fonte: Gazeta do Povo. Foto: Bigstock.

Uma outra estrutura que pode ser utilizada na promoção da infraestrutura verde são os estacionamentos permeáveis. Esses estacionamentos são projetados de modo a captar a água da chuva e armazená-la em reservatório de retenção, para que seja usada futuramente. Com o devido tratamento, é possível que a água seja utilizada para a geração de energia e para o abastecimento de estabelecimentos no município (HOWE, 2012). As Figuras 02 e 03 a seguir mostram alguns exemplos de estacionamentos permeáveis, sendo a 02 com presença de vegetação e a 03 de concreto:

Figura 02: Estacionamento permeável vegetal



Fonte: Revista Tèchne.

Figura 03: Estacionamento permeável de concreto



Fonte: Portal Clube do Concreto.

Além dos telhados verdes e dos estacionamentos permeáveis, a infraestrutura verde pode ser utilizada por meio de praças de água. As praças de água foram desenvolvidas com o propósito de armazenarem água durante o período de chuvas, de modo que o volume de água nas ruas circundantes a elas seja menor, evitando alagamentos. Outro benefício associado às praças está relacionado com o período de seca, visto que, durante a época em que estão vazias, as praças servem como local de recreação para as crianças (HOWE, 2012). A Figura 04 a seguir apresenta uma praça de água:

Figura 04: Praça de água



Fonte: Archdaily.

A transição entre o modelo de cidade drenada e a CSA não é um processo rápido e fácil. A consolidação do sistema de drenagem na estrutura do sistema urbano faz com que a adoção de medidas inovadoras sejam recebidas com resistência, visto que fogem das visões tradicionais de planejamento. Até mesmo as cidades que apresentam avanço no processo de transição enfrentam dificuldades, pois para que a mudança ocorra de maneira efetiva é necessário que haja um corpo técnico capacitado, o desenvolvimento de estudos e conhecimento sobre o novo modelo e uma gestão governamental participativa, na qual a sociedade civil terá conhecimento das novas medidas a serem adotadas e poderão participar das decisões acerca de sua suas implementação (HOWE, 2012).

O processo ocorre de maneira gradual, pois a presença de elementos de um sistema de drenagem geram conflitos com o novo modelo, de forma que é preciso que haja força institucional para que não haja retrocesso na transição. Uma particularidade referente aos países em desenvolvimento é que estes dependem de um estudo prévio sobre o território, pois em muitos deles a configuração espacial da cidade ocorreu de maneira irregular, apresentando deficiências em diversos aspectos de infraestrutura urbana. Por esse estudo, tais países apresentarão as condições estruturais e institucionais necessárias para a adoção do novo modelo (HOWE, 2012).

1.3.2.1. Infraestrutura verde e CSA: exemplos efetivos

No que diz respeito à infraestrutura verde, um exemplo é o da cidade de Freiburg, na Alemanha. A cidade se adaptou para possuir infraestrutura verde em todo seu território. A infraestrutura foi desenvolvida em duas escalas diferentes, sendo uma delas a urbana, pela qual o ambiente urbano apresenta diversas áreas caracterizadas por serem de preservação e/ou de atividade agrícola, e na escala local, pela qual o governo incentiva a população quanto à incorporação de infraestrutura verde nas residências, de modo que as edificações apresentem relação com o paisagismo. A cidade foi planejada para oferecer um excelente sistema de mobilidade, o qual possui quilômetros de ciclovia que circundam toda a cidade e que possibilitam que os moradores se desloquem desde as áreas mais periféricas até as áreas centrais. O sistema de drenagem, assim como toda a infraestrutura verde, foi planejado de forma multiescalar, sendo possível encontrar telhados verdes, biovaletas, lagoas de retenção, entre outros, desde bairros residenciais até áreas de espaço público. Dessa forma, a cidade se configura um ambiente urbano fortemente conectado com o ambiente natural, promovendo a existência da biodiversidade e de diversos ecossistemas (HERZOG; ROSA, 2010). A Figura 05 a seguir apresenta a cidade de Freiburg:

Figura 05: Cidade de Freiburg, Alemanha



Fonte: Deutsche Welle.

No Brasil, existe uma proposta de desenvolvimento de uma área de infraestrutura verde na Lagoa Rodrigo de Freitas, na cidade do Rio de Janeiro. A proposta se chama Rio + Verde e tem como foco a Lagoa pelo fato de essa ser uma região multifuncional, que apresenta diversos elementos naturais, como vegetação de Floresta Pluvial, Restinga e Mangue, e por ser local onde as pessoas exercem diversas atividades, tanto de lazer quanto esportivas. A proposta tem como objetivo a promoção de um ambiente que apresente maior interação entre o urbano e o ambiental, de modo a promover a preservação dos recursos naturais enquanto oferece à população um local agradável para as atividades. Nela, toda a região foi dividida em alguns setores, os quais foram definidos de acordo com a intensidade em que há a intervenção humana ou se há maior preservação ambiental, com mais elementos naturais que antrópicos. Para cada setor, foram estabelecidas medidas a serem tomadas a fim de promover a preservação e a recuperação ambiental de acordo com as necessidades específicas, como recuperação de vegetação e nascentes, e a implementação, em alguns desses setores, de infraestrutura urbana que dialoguem com o meio ambiente, como estacionamentos permeáveis, ciclovias, entre outros. Dessa forma, é possível que haja a biodiversidade local e que a população tenha maior qualidade de vida (HERZOG; ROSA, 2010). A Figura 06 apresenta a Lagoa Rodrigo de Freitas:

Figura 06: Lagoa Rodrigo de Freitas, Rio de Janeiro



Fonte: Diário do Rio. Foto: Site do MetrôRio.

Quanto às CSAs, pode-se citar Melbourne, na Austrália. A cidade passou por um processo de transição que levou 40 anos para se concluir. Os resultados foram atingidos por meio de uma complexa relação entre agentes de mudança, como organizações com ideais inovadores, e um conjunto de variáveis presentes no território, como organização da sociedade civil e capacidade institucional elevada. Algumas das medidas tomadas foram relacionais, como a existência de instituições desenvolvendo tecnologia de ponta; projetos de demonstração e execução com o fortalecimento da aprendizagem política e institucional, o uso do capital sociopolítico com a participação comunidade e da mídia, entre outros (HOWE, 2012).

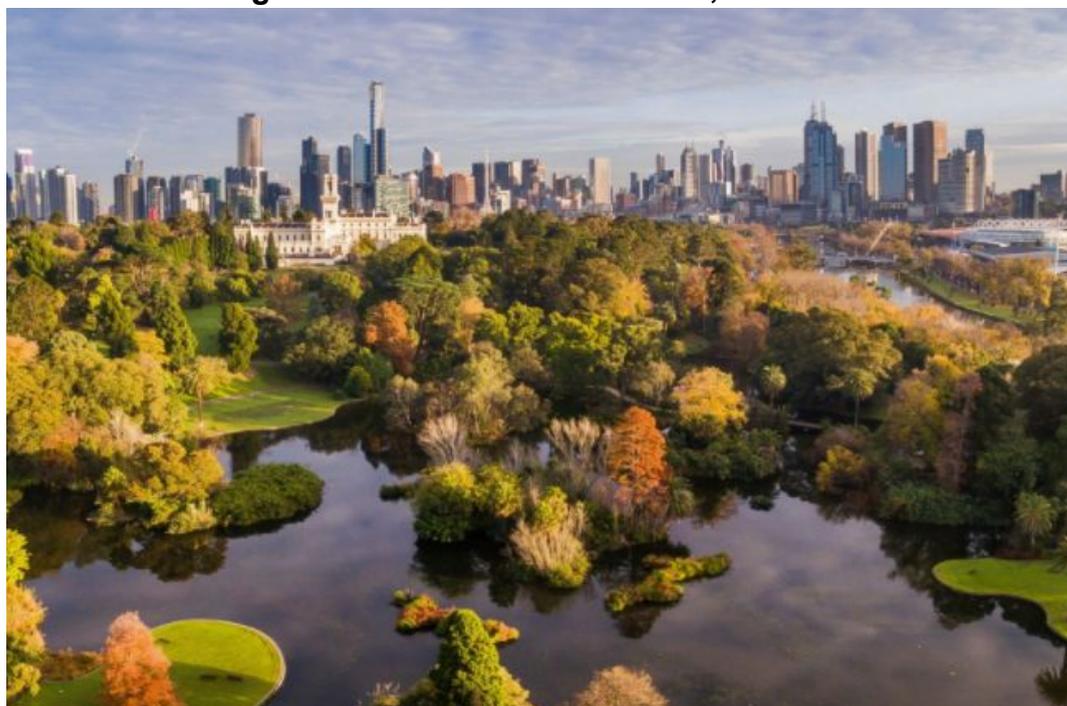
Dentre as principais infraestruturas implementadas em Melbourne, pode-se citar valas vegetadas, sistemas de biorretenção ou biofiltração¹, alagados construídos², bacias de retenção ou detenção, pavimento poroso, entre outros. Além disso, o ambiente urbano dispõe de outros elementos que atendem as necessidades da população ao mesmo tempo que promovem a preservação ambiental, como a arborização das vias públicas (que auxiliam no equilíbrio do microclima local, refrescando as edificações), vagas de estacionamento permeáveis (que promovem a retenção da água), calçadas verdes (com faixas ou valas vegetadas), caixa de coleta seletiva, entre outros, promovendo um ambiente urbano com diversos elementos que geram melhoria do ambiente natural ao mesmo tempo que disponibiliza as

¹ São responsáveis por reter o volume de água ao mesmo tempo que remove pequenas partículas e poluentes solúveis, gerando melhoria na qualidade da água.

² São sistemas criados com o propósito de simular os alagados naturais por meio de vegetação densa. Tais sistemas são responsáveis pelo acúmulo de água, aliviando as áreas ao seu entorno, e melhorar a qualidade da água, além de manter elementos verdes na paisagem.

condições necessárias para o desenvolvimento da vida humana no meio urbano (NUNES, 2011). Dessa forma, Melbourne se configura como um exemplo de quais possíveis medidas podem ser tomadas para que a transição de uma cidade drenada para uma CSA possa acontecer de maneira efetiva (HOWE, 2012). A Figura 07 apresenta a cidade de Melbourne:

Figura 07: Cidade de Melbourne, Austrália



Fonte: Crowne Plaza.

Outro exemplo é da cidade de Roterdã, na Holanda. A cidade é portuária e desenvolveu diversas técnicas para poder se adaptar não somente à água da chuva, mas também ao regime de maré, com a implementação de diques, por exemplo. Em 2007, a cidade desenvolveu o Plano de Água de Roterdã, que deu origem ao Programa de Prova Climática de Roterdã. A cidade foi estruturada de modo a resistir às mudanças climáticas, utilizando a água para tanto. Em todo o seu território encontram-se diversos elementos de infraestrutura verde, como telhados verdes, estacionamentos permeáveis para retenção temporária de água, praças de água, entre outros. Tais elementos proporcionam o resfriamento das edificações, assim como o retardamento do escoamento da água da chuva. Além disso, a água armazenada é tratada e reutilizada como um meio de abastecimento (HOWE, 2012). A Figura 08 a seguir apresenta a cidade de Roterdã:

Figura 08: Cidade de Roterdã, Holanda



Fonte: Dicas de Amsterdã.

Por meio desses exemplos é possível a adoção de infraestrutura verde nas cidades e a transição de uma cidade drenada para uma cidade sensível à água. Tal processo ocorre em longo prazo e requer um corpo técnico capacitado para isso, assim como a conscientização da sociedade civil. A integração e cooperação entre tais atores podem promover um ambiente urbano mais sustentável, que coexista harmoniosamente com os ecossistemas naturais.

1.4. A drenagem aplicada em áreas de baixa declividade e aterro

A infraestrutura utilizada no sistema de drenagem urbana está condicionada aos elementos urbanos já existentes, como edificações, avenidas, viadutos, e aos elementos naturais, como vegetação, ecossistemas existentes no local e relevo. Este último se mostra como um dos principais fatores que influenciam na implementação da infraestrutura, pois algumas, devido suas dimensões estruturais e seu funcionamento, se tornam condicionadas a serem instaladas em áreas de baixa

declividade. O mesmo ocorre com as áreas de aterro, visto que se configuram como um espaço de forte intervenção territorial e, de um modo geral, de áreas planas.

A bibliografia referente ao sistema de drenagem, com foco em áreas de baixa declividade ou de aterro, ainda se mostra escassa, de modo que não foi possível encontrar trabalhos que discorressem sobre o tema, menos ainda de maneira aprofundada do ponto de vista do debate conceitual e técnico. Em contrapartida, há muitos trabalhos que apresentam diversos exemplos de infraestrutura de sistema de drenagem implementadas em tais áreas, possibilitando um panorama de possíveis medidas a serem implementadas. Sendo assim, considerando a limitação bibliográfica específica, essa seção irá apresentar alguns desses exemplos, organizados, ao final do texto, em um quadro resumo, a fim de facilitar a comparação entre os locais apresentados e, dessa forma, ser possível a elaboração de uma hipótese sobre quais infraestruturas apresentam maior adoção.

Uma das localidades estudadas é a cidade do Rio de Janeiro, Brasil. A cidade apresenta, assim como Vitória, uma porção territorial de baixa declividade e diversas regiões que passaram por processo de aterro. A fim de proporcionar um melhor planejamento urbano, o município desenvolveu o Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais - PDMAP. O Plano apresenta as bacias existentes no município e quais as medidas adotadas em cada uma delas, considerando suas particularidades. De acordo com o PDMAP, as principais infraestruturas adotadas nas bacias foram:

- Galerias e gabiões;
- Reservatórios de retenção, detenção e de amortecimento (pé de morro)³;
- Canalizações, as quais foram feitas para a manutenção da infraestrutura já existente ou para remodelação da mesma;
- Ampliação do sistema hidráulico de galeria já existente;
- Alargamento dos corpos d'água; e
- Implantação de via-parque.

O alargamento do corpo d'água ocorreu em regiões nas quais o corpo hídrico apresentava sua configuração natural, sem ter passado por nenhuma intervenção humana, como por exemplo, a canalização. Após a execução do alargamento, as margens foram reforçadas com gabiões. A intervenção por meio da implantação de

³ São chamados de reservatórios de "pé de morro" por serem responsáveis pela redução dos volumes de água escoados pelos morros e maciços encontrados no território. Dessa forma, com a água chegando em maior volume na base dos morros, tais reservatórios são instalados para que o volume escoado para as vias seja menor (PDMAP, 2015).

via-parque ocorreu às margens dos corpos d'água alargados ou não, tendo como principal objetivo impedir o avanço da ocupação humana e, dessa forma, possibilitar uma maior preservação da hidrologia local (PDMAP, 2015).

Outros exemplos de infraestrutura em áreas de baixa declividade são as cidades já mencionadas nesse trabalho: Freiburg (Alemanha), Melbourne (Austrália) e Roterdã (Holanda). Dentre as principais infraestruturas implementadas em tais cidades, é possível citar os reservatórios de retenção e detenção, os estacionamentos permeáveis com reservatório para armazenamento temporário, as praças de água e a arborização das vias. Além dessas estruturas, é possível encontrar no território municipal o uso de telhados verdes nas edificações, porém, tal medida não é restrita a locais de baixa declividade e, portanto, não entrará no quadro comparativo (HERZOG, ROSA, 2010; HOWE, 2012).

Dessa forma, o Quadro 01 a seguir apresenta um resumo das infraestruturas adotadas pelas cidades em áreas de baixa declividade e aterro:

Quadro 01: Resumo das infraestruturas utilizadas em áreas de baixa declividade e aterro

CIDADE	INFRAESTRUTURA UTILIZADA
Freiburg	Reservatório de retenção e detenção, estacionamentos permeáveis com reservatório para armazenamento temporário, praças de água, arborização das vias
Melbourne	Reservatório de retenção e detenção, estacionamentos permeáveis com reservatório para armazenamento temporário, praças de água, arborização das vias
Rio de Janeiro	Galerias, gabiões, reservatórios de retenção, detenção e de amortecimento (pé de morro), canalizações, ampliação do sistema hidráulico de galeria já existente, alargamento dos corpos d'água, implantação de via-parque
Roterdã	Reservatório de retenção e detenção, estacionamentos permeáveis com reservatório para armazenamento temporário, praças de água, arborização das vias

Fonte: Elaboração própria, com informações e Herzog e Rosa (2010), Howe (2012) e do PDMAP (2015).

Ao observar as infraestruturas instaladas nas cidades, nota-se que o uso de reservatórios de retenção e detenção estão presentes em todos os exemplos. Nos

casos internacionais, ainda são encontrados os estacionamentos permeáveis e as praças de água. Sendo assim, é possível elaborar a hipótese de que tais medidas apresentam maior eficiência no sistema de drenagem urbana em áreas de baixa declividade e aterro, pois promovem a utilização do espaço visando promover um melhor manejo da presença da água na cidade.

1.5. Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU

A Lei Federal nº 9.433, instituída em 08 de janeiro de 1997 e conhecida como Política Nacional de Recursos Hídricos - PNRH - estabeleceu a bacia hidrográfica como unidade territorial base para o planejamento urbano. Essa decisão se posiciona como uma medida inovadora, visto que a drenagem urbana a partir desse momento deixa de se tratar somente do escoamento da água, mas passa a considerar todos os elementos presentes na bacia e sua interação, tanto natural quanto social, cultural e econômico (ALVES, 2005).

Para garantir que o planejamento possa ocorrer de maneira efetiva, alguns instrumentos legais foram criados, sendo um deles o Plano Diretor de Drenagem Urbana - PDDU. O instrumento se apresenta como sendo o responsável pelo planejamento e pela gestão da água no município e deve ser elaborado de forma a dialogar com os demais planos existentes na cidade, como o Plano Diretor, o de Saneamento, Mobilidade, entre outros (TUCCI, 2012). Essa integração tem como objetivo uma maior efetividade no desenvolvimento de projetos e na implementação dos sistemas no território, de modo que nenhum outro sistema seja prejudicado e as necessidades, como distribuição, coleta e tratamento de água, sejam atendidas. O desenvolvimento do PDDU deve ocorrer de maneira participativa, incluindo os diferentes níveis do Poder Público e tendo a participação da sociedade civil, além de apresentar diagnósticos do território, como de vegetação, hidrologia, clima, relevo, mapas de áreas de risco, entre outros. A fim de garantir que o PDDU tenha força institucional e política, o mesmo é elaborado com força de lei (ALVES, 2005).

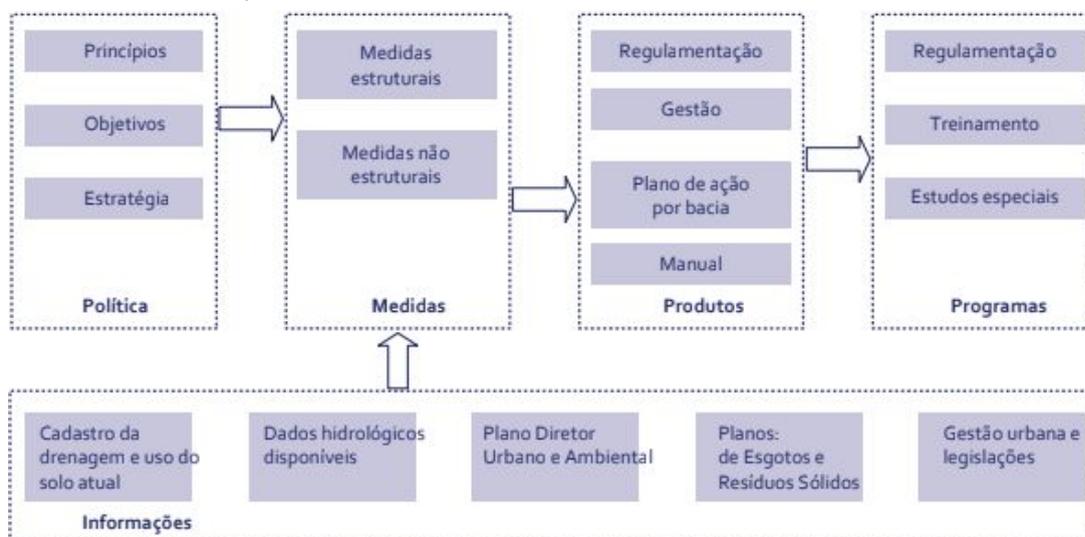
De acordo com Tucci (2012), existem algumas medidas obrigatórias a serem tomadas durante o processo de elaboração do PDDU, assim como após a sua

conclusão, de modo que todo o trabalho tenha coesão e possa ser aplicado sobre o território. A partir do momento que tal estrutura for seguida, a implementação do Plano poderá ser mais efetiva, sendo tais medidas as seguintes:

- Levantamento de informação: é necessário que seja levantada todo o tipo de informação sobre o território e seus ecossistemas, assim como as características da população e suas especificidades, de modo a considerar a desigualdade social e gerar um Plano mais igualitário, ao mesmo tempo que respeita os limites impostos pela natureza;
- Políticas de águas pluviais: essa política se faz responsável pela elaboração de todos os planos e projetos referentes às medidas que deverão ser adotadas no município. É necessário que haja a explicação de como as medidas devem ser tomadas, a fim de que a drenagem possa ser feita causando o menor impacto ambiental possível;
- Medidas: é o estabelecimento de todas as medidas, não estruturais e estruturais, que devem ser adotadas em todo o território municipal para que a aplicação do sistema de drenagem seja possível de ocorrer;
- Produtos: são os resultados obtidos por meio de todos os estudos executados da área da bacia, tanto referente aos elementos naturais quanto aos elementos urbanos. Esses produtos apresentam todas as características do território, considerando seus elementos formativos e suas deficiências;
- Programas: surgem por meio do planejamento de todas as ações que necessitam ser tomadas frente aos resultados obtidos sobre a bacia. Devem ser planejados em um horizonte de curto, médio e longo prazo, a fim de garantir que a implementação do PDDU ocorra sem nenhuma restrição e nenhum problema.

Dessa forma, o Quadro 02 apresenta o resumo da estrutura básica necessária do PDDU:

Quadro 02: Resumo da estrutura básica do PDDU



Fonte: Tucci, 2012.

Além da estrutura citada anteriormente, o PDDU é composto por outros três produtos de grande importância para a implantação do Plano (PORTO ALEGRE, 2005), os quais são:

- Regulamentação dos novos empreendimentos: esse produto é responsável por elaborar as medidas e regras necessárias a serem obedecidas pelos novos empreendimentos que forem ser desenvolvidos no município;
- Planos de controle estrutural e não-estrutural: esses planos apresentam todas as informações referentes os impactos já existentes na bacia e quais os futuros impactos que poderão acontecer no território, apresentando sempre quais as ações necessárias para que tais impactos sejam os menores possíveis;
- Manual de drenagem urbana: é o manual que serve como orientador para o corpo técnico na hora de implementar todas as ações propostas no PDDU. É esse documento que norteia quais as diretrizes a serem seguidas pelo município, para garantir uma melhor gestão territorial, e para as empresas responsáveis pelo desenvolvimento dos projetos estruturais.

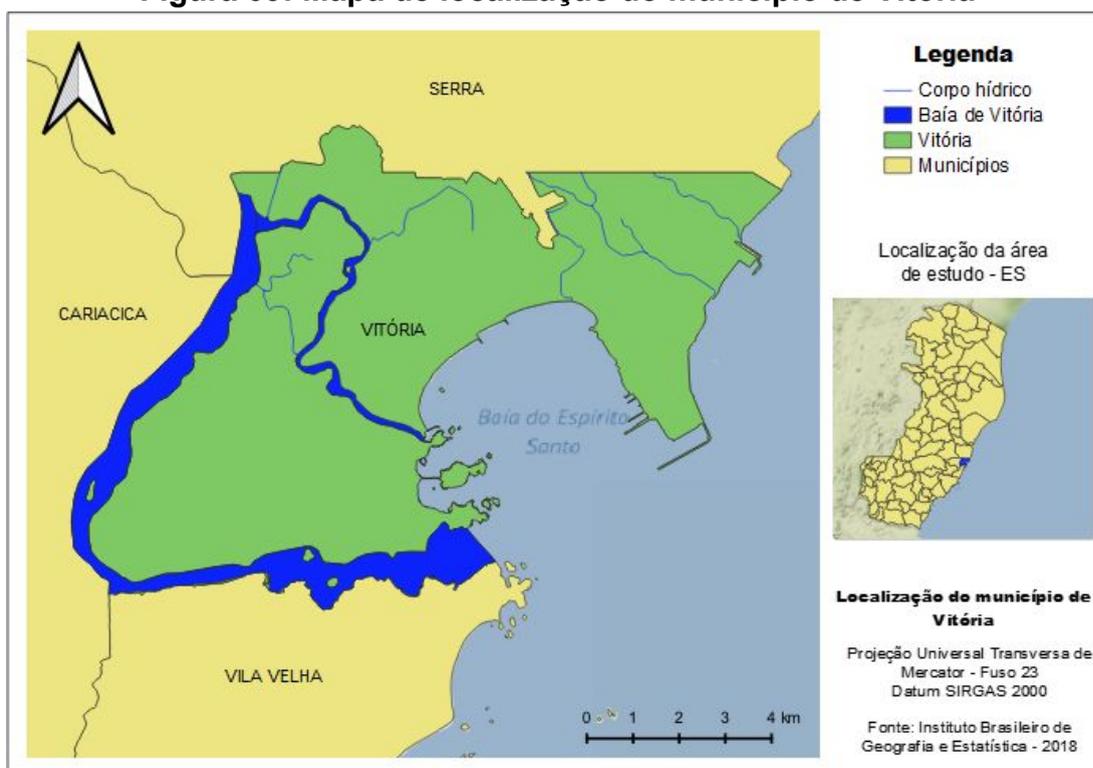
De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB -, cada uma das etapas citadas anteriormente, assim como as presentes no Quadro 02, foram respeitadas pelo município, o qual elaborou o Plano respeitando cada etapa do processo e apresentando as informações necessárias a serem contidas no mesmo.

Para que o sistema de drenagem ocorra de maneira efetiva sobre o território, é necessário que haja uma gestão que promova a integração dos sistemas urbanos, visto que todos eles interferem no funcionamento de todos. É necessário que haja a busca pela preservação dos elementos naturais, como a vegetação, o relevo, a hidrografia, entre outros, pois dessa forma, as funções ambientais como por exemplo, a evapotranspiração, a infiltração do solo e a purificação do ar, sejam garantidos, promovendo um ambiente urbano mais sustentável e agradável. Um dos problemas mais marcantes na gestão brasileira está relacionado justamente com a falta de integração entre os sistemas. Desse modo, a implementação de novas medidas necessárias para o município, como a criação de novas infraestruturas, acabam prejudicando todo o funcionamento da cidade. É urgente a necessidade de uma gestão mais eficaz e que promova o desenvolvimento de um ambiente urbano mais sustentável e saudável não só para o ser humano, mas para todos os ecossistemas locais (TUCCI, 2012).

2. VITÓRIA E SUA CONFIGURAÇÃO TERRITORIAL, AMBIENTAL E SOCIOECONÔMICA

Vitória é a capital do estado do Espírito Santo, localizado na região Sudeste do Brasil. O município faz parte da Região Metropolitana da Grande Vitória, RMGV, composta por sete municípios, que são: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória ⁴. O município faz divisa com o município de Serra, ao norte, com Cariacica, a oeste, com Vila Velha, ao sul, e com o Oceano Atlântico, a leste ⁵. A Figura 09 apresenta o mapa de localização do município de Vitória:

Figura 09: Mapa de localização do município de Vitória



Fonte: Elaboração própria com dados do IBGE, 2018.

A geografia encontrada no município corresponde a um terreno ondulado, com a presença do Maciço Central, conformado por um morro de aproximadamente

⁴ Prefeitura de Vitória, 2015. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/perfil.asp>

⁵ Idem nota anterior.

308 metros de altura, com outros pequenos morros próximos, com alguns deles, ao adentrarem ao mar, se configurando como pequenas ilhas, como é o caso, por exemplo, da Ilha do Frade, da Ilha do Boi e da Ilha da Fumaça. O município apresenta uma área de planície, que tem sua origem na região leste e se estende até a região norte da ilha. A vegetação nativa da ilha corresponde a Mata Atlântica, presente em toda a extensão do Maciço Central e em diversas outras porções distribuídas por todo o território da ilha, formando parques, áreas de preservação ambiental, áreas verdes especiais e também áreas de reserva ecológica, como por exemplo, a Reservas Ecológicas Municipais Pedra dos Olhos, Mata de Goiabeiras, Restinga de Camburi, entre outras ⁶.

A porção noroeste da ilha é marcada pela presença do manguezal, sendo constituída como área de reserva ecológica (CORRÊA, 2014). As características referente à hidrografia serão apresentadas no capítulo correspondente à análise sobre a drenagem urbana no município, a fim de que as informações estejam organizadas de maneira coerente.

As características da ilha de Vitória influenciaram no modo como a ocupação humana ocorreu em seu território, assim como as medidas tomadas para que houvesse uma melhor adequação ao espaço físico, proporcionando melhorias na qualidade de vida da população. Dessa forma, é de suma importância compreender como esse processo se desenvolveu e, para isso, será apresentada a seguir a história do município e as mudanças que enfrentou.

2.1. Desenvolvimento histórico: a configuração municipal no transcorrer dos anos

A história de Vitória se inicia no século XVI, quando Vasco Fernandes Coutinho chega em uma pequena praia no atual território do Espírito Santo, juntamente com um grupo de 60 pessoas, em 23 de maio de 1535. A praia da qual o grupo aportou está localizada entre os morros da Penha e de Jaburuna, no atual

⁶ Prefeitura Municipal de Vitória. Reservas ecológicas. Disponível em: http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_area/meio/equipamentos/reservas.asp.

município de Vila Velha. O território era ocupado por grupos indígenas e, após alguns enfrentamentos, o grupo se deslocou para a ilha ao norte do território, a qual hoje constitui a ilha principal do município de Vitória. Diversos autores trabalham com diferença entre a data específica da fundação de Vitória, porém, em 8 de setembro de 1551, após outros enfrentamentos com indígenas locais, o grupo português obteve a vitória, dando assim, o nome de Vitória ao território. A partir desse momento, diversas expedições ocorreram para territórios vizinhos, os quais começaram a serem ocupados e originaram vilas que, futuramente, foram elevadas à qualidade de cidade (CNPU, 1978) ⁷. A Figura 10 a seguir mostra a configuração da capitania do Espírito Santo no ano de 1631:

Figura 10: Configuração da capitania do Espírito Santo no ano de 1631



Fonte: Mendonça, 2014.

Com um solo acidentado e de baixas condições para a ocupação, a urbanização ocorreu, até meados do século XVIII, na faixa litorânea da ilha. Utilizando a geografia a seu favor, a sede municipal teve sua instalação na região sul, pois a única maneira de acessá-la pelo mar era pela Baía de Vitória, de modo que as embarcações não passavam despercebidas (MENDONÇA, 2014). Somente a partir do século XIX, com o crescimento da imigração e com a produção cafeeira

⁷ Relatório da Comissão Nacional de Regiões Metropolitanas e Política Urbana (CNPU), 1978.

ganhando força, o território passou a ser mais explorado e ocupado pela população, porém, tal processo ocorreu de maneira branda, sem intensa ocupação humana (CNPU, 1978).

A partir da última década do século XIX, diversos aterros começaram a ser executados no município, para proporcionar melhorias no solo e facilitar a ocupação humana. Além disso, o território também recebeu infraestrutura relacionada a saneamento básico, como rede de esgoto no centro da cidade e abastecimento de água, feito com águas provenientes do manancial Duas Bocas, que hoje compõe a Reserva Biológica Duas Bocas, localizada no atual município de Cariacica, vizinho da capital ⁸. O município recebeu também iluminação elétrica e uma linha de bonde a tração animal (CNPU, 1978). A Figura 11 a seguir mostra a configuração da ilha de Vitória no ano de 1896:

Figura 11: Configuração da ilha de Vitória no ano de 1896



Fonte: Mendonça, 2014.

⁸ Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Governo do Estado do Espírito Santo. Disponível em: https://iema.es.gov.br/REBIO_Duas_Bocas.

Com o aumento das relações comerciais, tanto a nível local como com os demais municípios capixabas e outros Estados, o Porto passou a desenvolver uma nova dinâmica, com maior fluxo de embarcações comerciais. Isso proporcionou uma mudança também no interior da ilha, pois as ruas que antes eram utilizadas apenas como meio de conectar localidades afastadas passaram a servir como base das relações econômicas desenvolvidas no território. As casas também passaram a sofrer mudanças, com edificações feitas com técnicas importadas de outros países, principalmente por meio de mão de obra imigrante e com adornos trazidos da Inglaterra. No mesmo período, o Conselho Municipal elaborou o Código de Posturas, que determinava padrões residenciais que visavam a salubridade das residências, atentando também à preocupação com a preservação da vegetação do Maciço Central (CNPU, 1978).

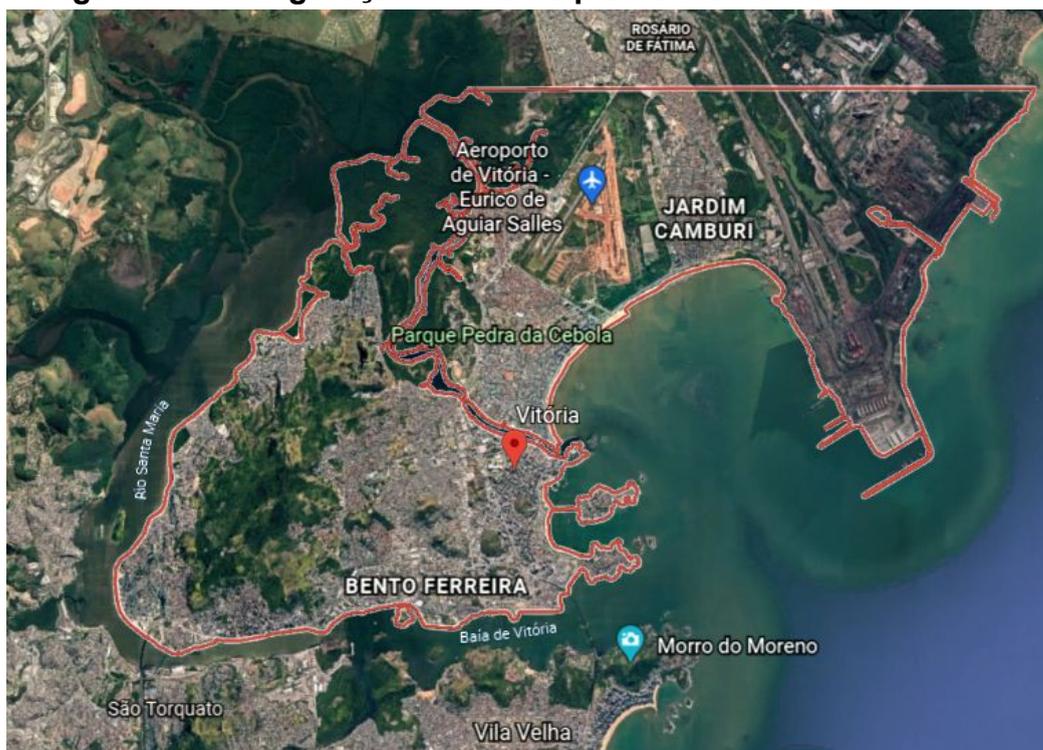
A economia do Espírito Santo apresentava, a partir do final do século XIX, grande participação do café, cujo cultivo foi implantado principalmente por imigrantes italianos e alemães (MENDONÇA, 2014). A comercialização do produto era responsável por 80% do PIB estadual, porém, com a crise de 1929, a queda da participação do café na economia gerou mudanças econômicas e sociais em todo o estado e, em Vitória, tais mudanças foram percebidas por meio da paralisação das obras de melhoramentos urbanos. Isso refletiu no crescimento urbano, marcando o período entre as décadas de 1930 e 1950 com um crescimento lento (CNPU, 1978).

A partir da década de 1960, com o fim da produção de café, um grande contingente populacional migrou para as regiões urbanas, levando ao seu grande crescimento, especialmente em Vitória. Esse crescimento fez com o município sofresse com diversos problemas urbanos, como de saneamento, habitação, saúde, entre outros. A população de menor renda passou a ocupar as áreas mais afastadas do centro e nos morros presentes na ilha. No decorrer de todo o século XX, diversos aterros foram feitos no município, agregando diversas ilhas à ilha principal, de modo a proporcionar o aumento de seu território (CNPU, 1978).

Ainda no final do século XIX, o processo de urbanização continuou a acontecer no território da ilha, com as regiões sudoeste e leste sendo ocupadas. Essa última foi estruturada com um projeto urbano já pautado no conceito higienista (MENDONÇA, 2014), o qual será tratado mais adiante no trabalho. A partir da segunda metade do século XX, a ocupação do território se estendeu para a região continental, indo além dos limites estabelecidos pela Baía de Vitória e, no final do

mesmo século, a ocupação humana consolidou-se no território (MENDONÇA, 2014). A Figura 12 a seguir mostra a configuração de Vitória nos dias atuais:

Figura 12: Configuração do município de Vitória no ano de 2020



Fonte: Google Earth, 2020.

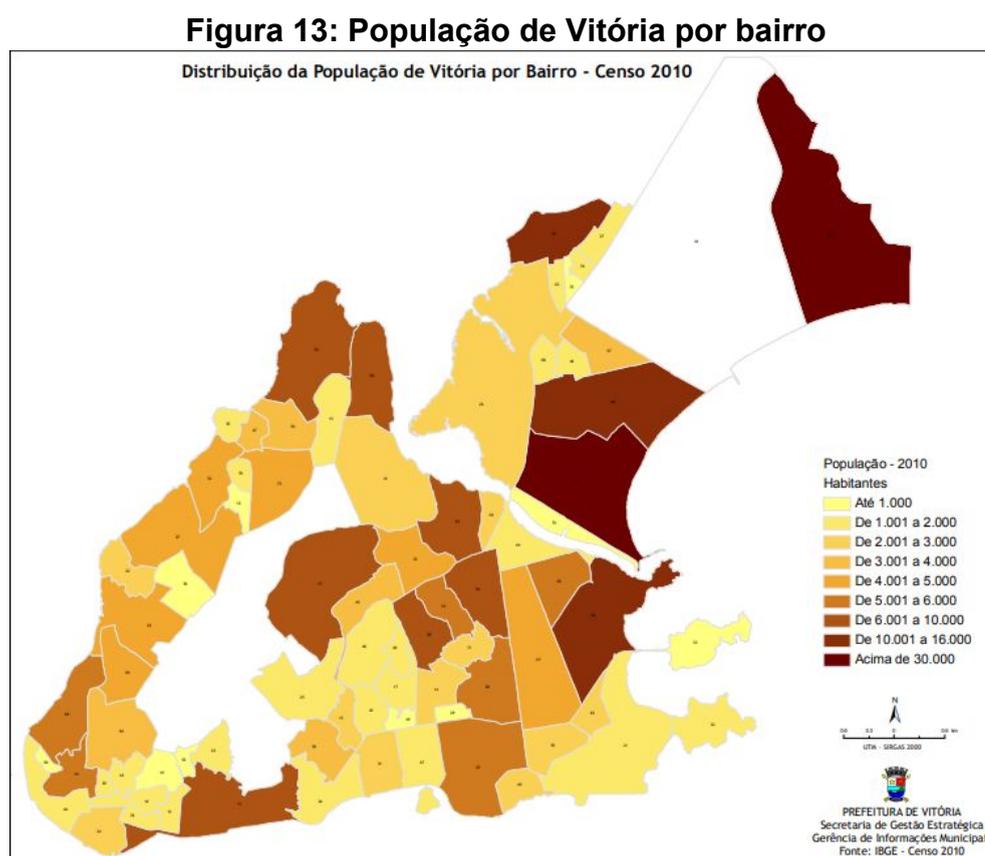
Atualmente, o município é composto por uma ilha principal, com uma área total de 29,31 km², as ilhas de Trindade e Martins Vaz, as quais distam da ilha principal em 1.140 km e possuem 10,92 km² de extensão, uma parte continental, com área total de 39,66 km², localizada ao norte da ilha principal, e diversas outras pequenas ilhas que se encontram no entorno da ilha principal, totalizando uma área de 97,123 km² pertencentes ao município ⁹. A porcentagem de vegetação nativa encontrada no município é de 26,92%, o que mostra o impacto causado pela ocupação humana sobre tal território ¹⁰.

⁹ Prefeitura Municipal de Vitória. Dados geográficos. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/geograficos.asp>.

¹⁰ Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/320530#sec-educacao>.

2.2. Inserção regional e a atual face do município

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE -, Vitória possui população estimada em 2020 de 365.855 habitantes e, de acordo com sua extensão territorial, o município apresenta demográfica igual a 3.338,30 hab/km² ¹¹. A Figura 13 a seguir apresenta a distribuição populacional por bairro no município, tendo como base o censo de 2010:



Fonte: Prefeitura Municipal de Vitória.

No que diz respeito à população, o total ocupado estimado em 2018 era de 67,7%, ocupando assim a primeira posição estadual e a 15ª posição no ranking nacional¹². O município apresenta boa taxa de escolarização entre 6 e 14 anos (97,6%), porém, essa taxa diminui conforme a idade é mais elevada, apresentando os menores valores entre as idades de 18 e 20 anos, com 63,81%. Quanto ao

¹¹ População estimada, pelo IBGE, em 2019.

¹² IBGE Cidades. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/vitoria/panorama>.

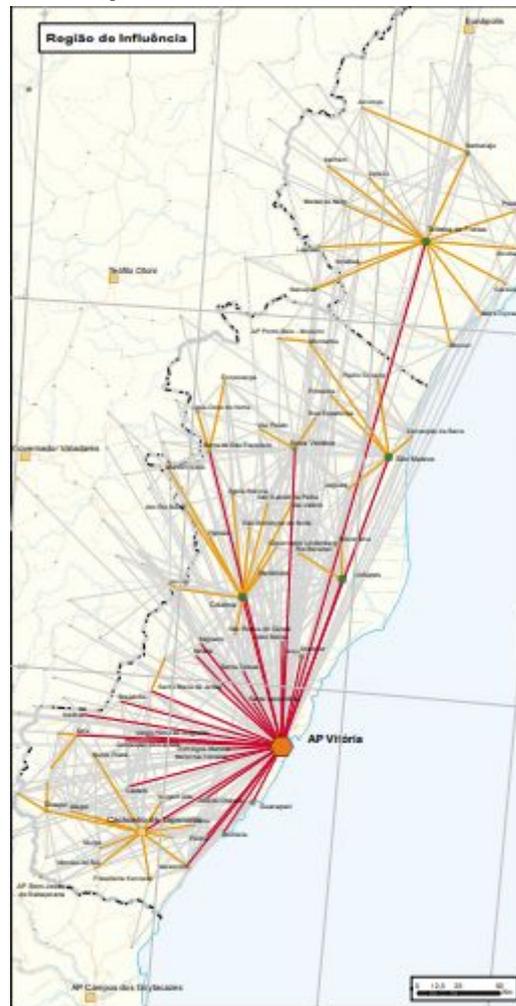
acesso à sistema de esgotamento sanitário adequado, os dados mais atuais são de 2010, os quais revelam que 98,1% da população tinham acesso ao sistema¹³.

De acordo com o IBGE, por meio da publicação das Regiões de Influência das Cidades - REGIC (2018), o município de Vitória é classificado como uma Metrópole, apresentando um total de 1,8 milhão de habitantes em seu Arranjo Populacional¹⁴. A região de influência da capital ocorre principalmente num sentido norte-sul no estado do Espírito Santo e chegando ao sul da Bahia. A região de influência é uma das menores dentre as capitais, sendo maior apenas que a de Manaus e que a Metrópole de Campinas (a única que não é capital estadual). É formada por 85 cidades, tendo como destaque a Capital Regional Cachoeira de Itapemirim (ES) e outros dois Centros Sub-regionais, sendo um deles no Espírito Santo - Colatina - e outro na Bahia - Teixeira de Freitas (pelo qual a influência se estende para o Estado da Bahia). De todo o PIB estadual, metade é gerado pelo Arranjo Populacional de Vitória, característica similar às redes de São Paulo e de Brasília (REGIC, 2018). A Figura 14 apresenta o mapa de conexões de Vitória dentro do estado do Espírito Santo, tendo como única exceção o município de Teixeira de Freitas (Bahia):

¹³ *Atlas do Desenvolvimento Humano do Brasil*. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/320530#sec-educacao>.

¹⁴ REGIC, 2018. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv101728.pdf>.

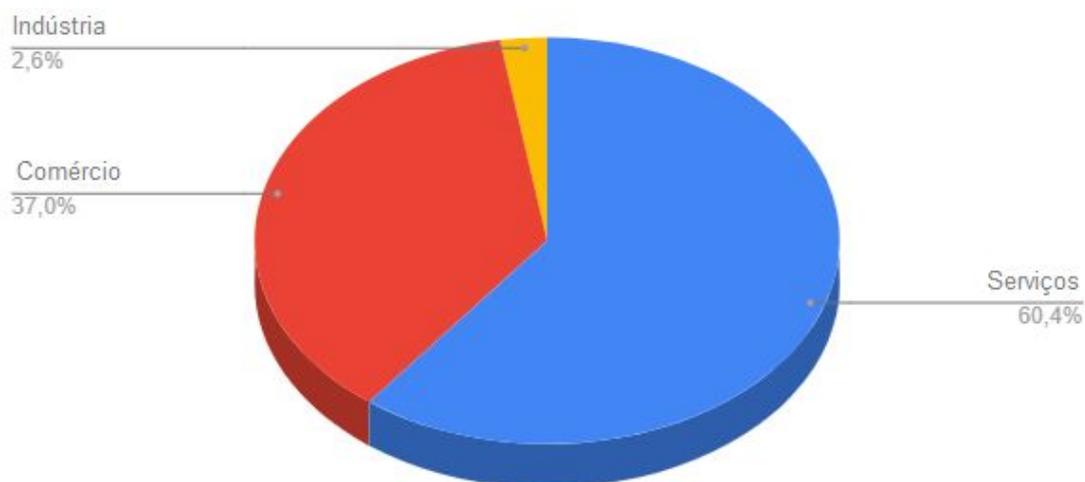
Figura 14: Mapa de conexões internas de Vitória



Fonte: REGIC, 2018.

No que diz respeito às conexões externas, Vitória apresenta relações mais fortes principalmente com São Paulo e com o Rio de Janeiro. De uma maneira menos intensa, porém ainda assim significativa, nota-se relações com Belo Horizonte, Brasília e Salvador. A Figura 15 apresenta o mapa de conexões externas de Vitória:

Gráfico 01: Atividades econômicas de Vitória



Fonte: Elaboração própria, com dados da Prefeitura Municipal de Vitória, 2011.

Os dados mais atuais encontrados foram os dados referentes ao ano de 2011. Por eles, é possível observar que os serviços são os que detém maior parte da mão de obra municipal, com 60,4% dos empregos. O comércio está em segundo lugar, com 37% dos empregos formais e a indústria apenas com 2,6%, mostrando a baixa participação desse setor dentro do município.

Dessa forma, é possível compreender a importância de Vitória desde sua fundação até os tempos atuais, com suas interações socioeconômicas com entes federativos de mais de uma região do Brasil, de modo que o município demandasse alterações em seu território para suportar tais mudanças. Com o desenvolvimento da cidade e o crescimento populacional, foi necessário diversas intervenções com o objetivo de atender as necessidades de moradia da população e fornecendo as condições básicas para que as atividades socioeconômicas pudessem ser desenvolvidas. Desse modo, o município interviu em sua área, principalmente, por meio dos aterros, possibilitando a ocupação de regiões antes marcadas majoritariamente pela presença da água, mas que passaram a serem passíveis de ocupação. Essa ação trouxe diversos efeitos sobre o território, o qual teve sua configuração espacial alterada e passou a demandar um sistema de drenagem melhor estruturado, a fim de que a população fosse atendida de maneira efetiva, mesmo diante dos limites físicos advindos do processo de aterro, como por exemplo, alteração da altura do lençol freático (CORRÊA, 2014).

Como citado anteriormente, o processo de aterramento pelo qual a cidade foi submetida interferiu diretamente no desenvolvimento de todas as atividades no

território. Sendo assim, os aterros, assim como suas motivações e principais objetivos na época de execução, serão apresentados a seguir.

2.3. Aterros como meio de reestruturação do território para a ocupação humana

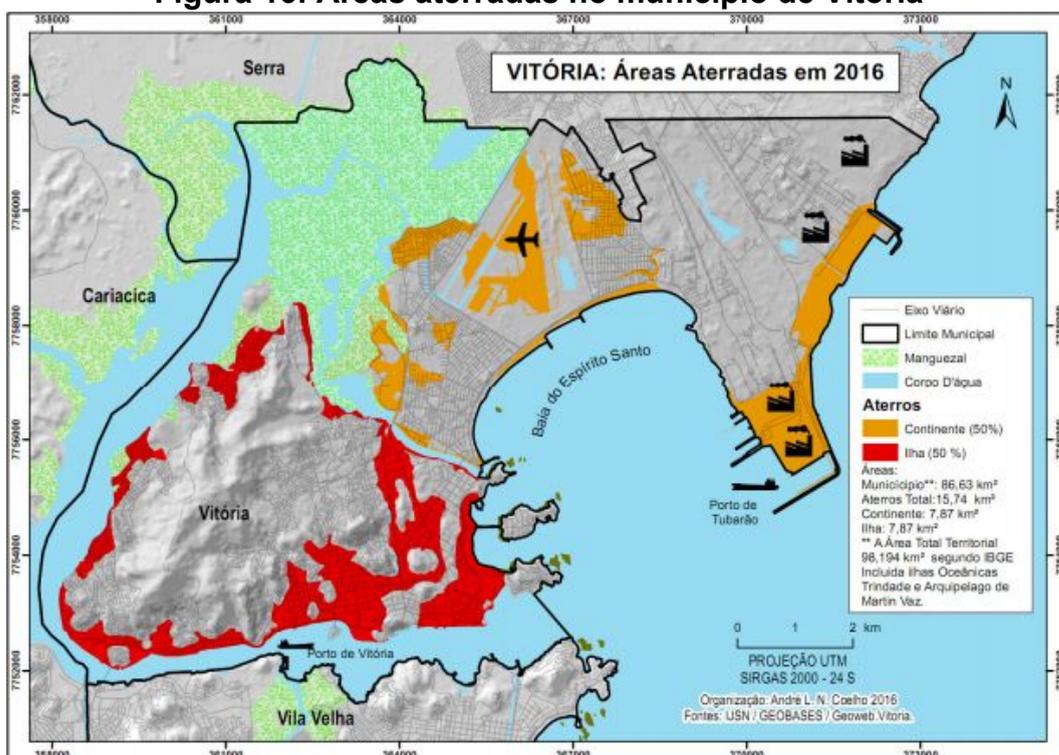
Com o crescimento da população na ilha de Vitória, a necessidade de melhor o acesso à diversas partes da ilha se mostrou cada vez mais urgente, de modo que um dos principais meios de intervenção executado no município foi o aterramento, o qual ocorreu de diversas maneiras, desde a incorporar pequenas ilhas à ilha principal, quanto o aterro de áreas marítimas e de mangue, possibilitando a expansão territorial da cidade, facilitando o acesso ao Porto de Vitória e possibilitando a ocupação de novas áreas (CORRÊA, 2014). Com a execução de tais obras sobre a ilha, a ocupação humana se estendeu sobre o território, de modo que, com o passar dos anos, o município se estendeu para além dos limites impostos pelo mar e alcançou uma porção continental. Com o tempo, algumas obras de aterro também foram executadas no continente, como por exemplo, na ponta do Porto de Tubarão (COELHO, 2017). Ao executar uma obra de aterro em determinada porção do território, o município encontrava uma nova demanda, de modo que gerou-se um efeito cascata no território, pois um aterro levou a outro e assim ocorreu uma sucessão de intervenções dessa natureza no território municipal (FREITAS, 2004).

De acordo com Corrêa (2014), Vitória construiu aterros de diversos tipos:

- Aterro com material inerte: feito com restos de obras de construção civil;
- Aterro hidráulico: feito por meio da retirada de material do fundo do mar. Esse material é transportado por equipamento específico e levado até o local que será aterrado; e
- Aterro sanitário: tinham como principal objetivo a destinação de todos os resíduos sólidos gerados pela população, adotando as características de lixões. Atualmente, tais áreas não possuem mais tal característica, visto que foram modificadas a fim de proporcionar a expansão municipal.

Somando-se toda a área aterrada no município, encontra-se que estas abrangem uma área total de 15,74 km², o que equivale a 18,2 % do território de Vitória. De todos os aterros executados, 50% destes ocorreram no território da ilha e 50% no território continental (COELHO, 2017). A Figura 16 a seguir mostra o território municipal atual, destacando as áreas que passaram pelo processo de aterro:

Figura 16: Áreas aterradas no município de Vitória



Fonte: Coelho, 2017.

Os primeiros aterros executados na ilha datam do início do século XIX, na região que hoje é conhecida como Parque Moscoso, ao sul do território. Essa obra foi sucedida por tantas outras em todo o território, com diferentes graus de importância para o desenvolvimento do território. Um dos principais aterros foi o Porto de Vitória, que visava facilitar o fluxo de entrada e saída de pessoas da ilha. Outro aterro importante foi o que ocorreu na região da Ilha do Príncipe. Essa obra foi desenvolvida devido ao aumento da participação do Espírito Santo na produção de café, demandando assim que houvesse uma conexão da ilha com o continente. Para que isso fosse possível, a região foi aterrada e foram instaladas pontes, tornando mais simples o transporte da produção (FREITAS, 2004). A Figura 17 a seguir

apresenta a Ilha do Príncipe incorporada à ilha de Vitória, porém, ainda sem ocupação:

Figura 17: Ilha do Príncipe incorporada à Ilha de Vitória



Fonte: Freitas, 2004.

No período de governo de Florentino Avidos (1924-1928, foi criada a Comissão de Melhoramentos de Vitória, responsável por estabelecer as ações e intervenções necessárias no município. Com isso, a implantação de diversos equipamentos públicos, assim como energia elétrica, asfaltamento, hospitais, entre outros, preencheram o território da ilha, proporcionando uma melhoria na qualidade de vida da população. Algumas dessas obras demandaram mais aterros, um deles de grande importância no território, conhecido como Aterro da Esplanada Capixaba, o qual deu suporte para a construção da Avenida Jerônimo Monteiro (FREITAS, 2004). A Figura 18 a seguir apresenta o aterro no local citado:

Figura 18: Aterro da Esplanada Capixaba



Fonte: Freitas, 2004.

As obras de aterro no território municipal se encerraram no final do século XX, de modo que tanto este, quanto o século anterior foram marcados por tal tipo de intervenção no território. As obras foram executadas partindo de dois princípios diferentes. A região oeste, que já apresentava urbanização mais consolidada, passou por aterros com a finalidade de gerar melhoria na qualidade de vida da população, sem que o espaço fosse preparado para receber novas habitações. Em contrapartida, as obras na região leste já foram com o cunho de expansão, uma vez que foram feitas a fim de proporcionar uma melhoria do terreno para que novas habitações, assim como hospitais, escolas e outros empreendimentos pudessem ser implantados. Em ambos os casos, é possível observar que houve a intenção de proporcionar um território mais favorável para o desenvolvimento das atividades urbanas.

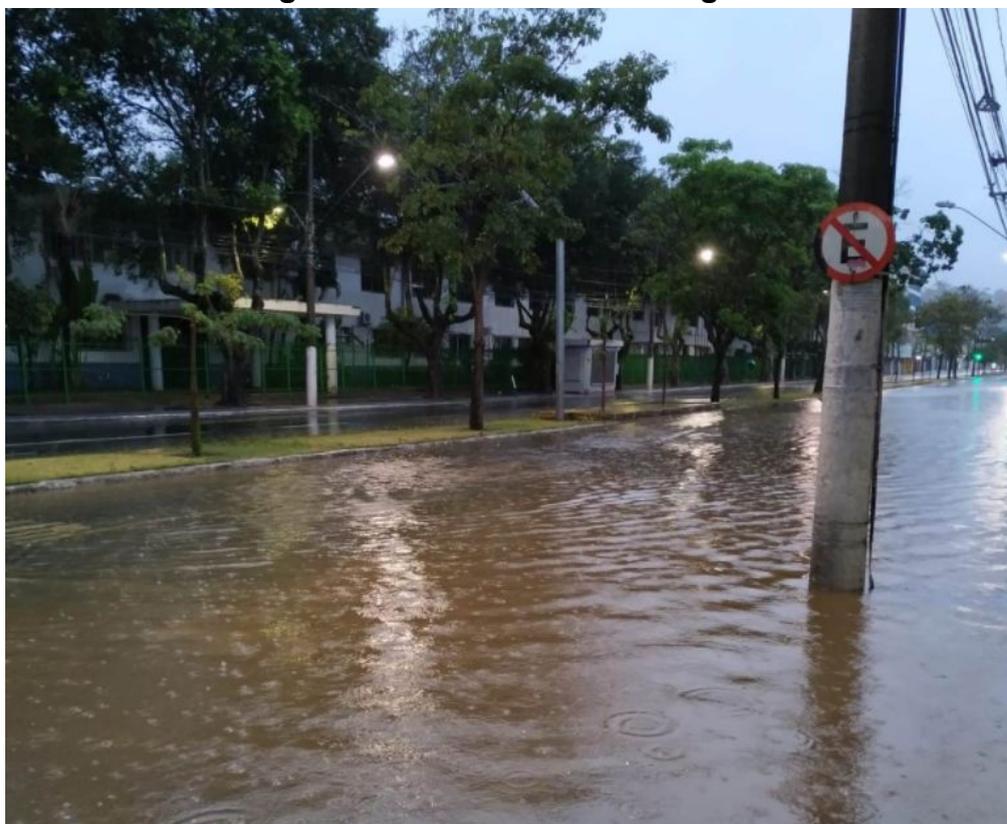
As áreas aterradas são fortemente marcadas por serem regiões de baixa declividade e, devido a todo o processo de intervenção no território, tais áreas apresentam lençol freático de alto nível, de modo que o município sofre constantemente com alagamentos, principalmente em períodos de fortes eventos chuvosos, e inundações, visto a elevação do nível do mar de acordo com o regime de marés (CORRÊA, 2014). As Figuras 19, 20 e 21 a seguir apresentam imagens de áreas alagadas em Vitória após a ocorrência de evento chuvoso:

Figura 19: Rua alagada em Vitória



Fonte: Gazeta Online, 16 abril 2018. Foto: Internauta.

Figura 20: Avenida Vitória alagada



Fonte: ES Hoje, 13 novembro 2019. Créditos: Carolina Boueri.

Figura 21: Rua alagada - Praia do Canto, Vitória

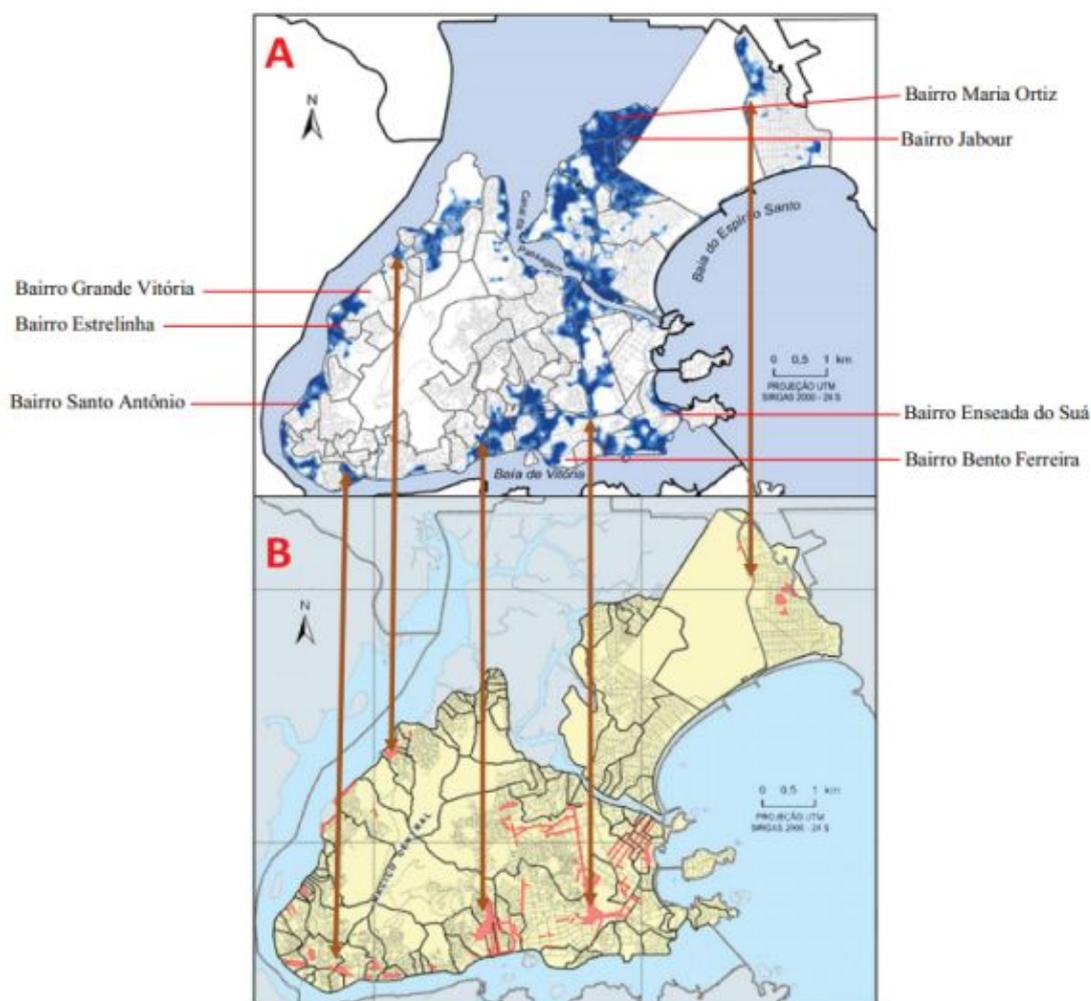


Fonte: A Gazeta, 2020. Créditos: Ricardo Medeiros.

Coelho (2016) realizou estudos e análises sobre os pontos de alagamento no território da cidade, elaborando um mapa com a indicação de tais locais, e comparou

com as áreas que passaram por processo de aterro, como pode ser visto no mapa fornecido pela Secretaria Municipal de Obras de Vitória. A Figura 22 a seguir apresenta a imagem desenvolvida por Coelho:

Figura 22: Imagem comparativa entre os pontos de alagamento e as áreas aterradas de Vitória



Fonte: Coelho, 2016.

De acordo com a imagem apresentada, é possível observar que os pontos de alagamento em Vitória coincidem com as áreas aterradas do município, como por exemplo, nos Bairros Estrelinha, Grande Vitória e Santo Antônio (os três na região oeste da Ilha), nos Bairros Bento Ferreira, Enseada do Suá e em áreas próximas à Baía de Vitória, e também em bairros na porção continental, como é o caso dos Bairros Jabour e Maria Ortiz, confirmando que tal processo gerou efeitos negativos que perduram até os dias de hoje no território e que demandam atenção, a fim de que os casos sejam amenizados e diminuam, proporcionando uma melhoria na

qualidade de vida da população e do ambiente urbano, evitando a danificação dos equipamentos públicos (COELHO, 2016).

3. VITÓRIA E SUA RELAÇÃO COM A ÁGUA

Os condicionantes naturais e antrópicos de Vitória interferem diretamente em seu sistema de drenagem urbana. Sua proximidade com o mar faz com que o município esteja condicionado ao regime de marés - cuja elevação pode trazer problemas como a salinização de aquíferos, danos à fauna e à flora nas regiões costeiras, erosões, entre outros (NALI,2011) - e as diversas áreas que foram aterradas se tornaram regiões de baixa declividade e que apresentam um lençol freático baixo, de modo que esses dois fatores, somados ao volume de água recebido durante fortes eventos chuvosos, gerem diversos pontos de alagamento e inundações, afetando a vida da população e gerando danos aos equipamentos urbanos. Dessa forma, é imprescindível que tais questões sejam consideradas no momento de executar o planejamento do sistema, pois cada uma delas apresenta interferências no território, de modo que pensar a drenagem sem considerá-las pode gerar graves consequências ao município (AKABASSI; OLIVEIRA, 2015).

A hidrografia perene no interior da ilha é pouco presente, havendo somente uma nascente em seu território, sendo as demais localizadas em Cariacica e Vila Velha. Os demais corpos d'águas existentes são o Oceano Atlântico à leste, a Baía de Vitória com seu início na região sul da ilha e contornando todo seu território, e o Rio Santa Maria da Vitória à oeste. Os dois únicos canais da ilha são o canal localizado no bairro Jucutuquara, sob a Avenida Paulo Müller e o canal encontrado na Avenida Leitão da Silva (CORRÊA, 2014). A Figura 23 a seguir apresenta o canal Jucutuquara na década de 1930; a Figura 24 apresenta a Avenida Paulo Müller atualmente, com o canal localizando-se abaixo do canteiro central e a Figura 25 apresenta o Córrego na Avenida Leitão da Silva:

Figura 23: Córrego Jucutuquara na década de 1930



Fonte: Passos, 2015.

Figura 24: Avenida Paulo Müller, com o Córrego Jucutuquara fora de vista sob o canteiro central



Fonte: Passos, 2015

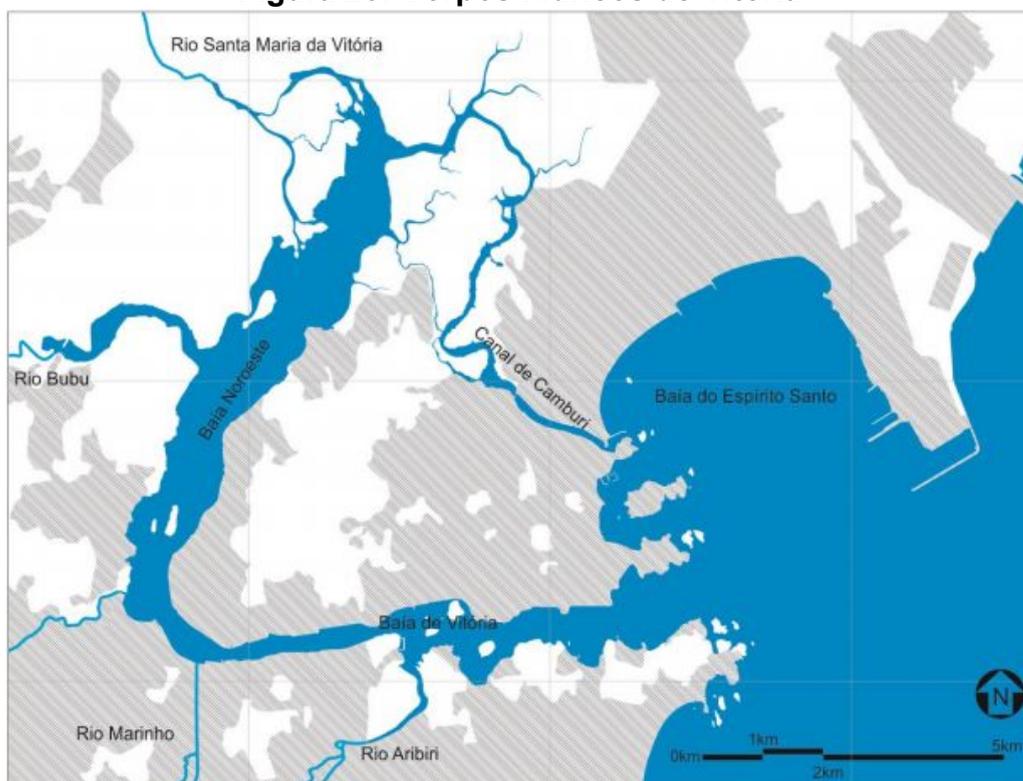
Figura 25: Córrego na Avenida Leitão da Silva



Fonte: A Gazeta. Foto: Fernando Madeira.

A Baía de Vitória é dividida em três partes, sendo a primeira correspondente ao percurso desde a Ilha do Boi até a foz do Rio Marino, o qual deságua na Baía por meio do município de Vila Velha. O trecho noroeste corresponde à porção que vai desde a foz do Rio Marino até a foz do Rio Santa Maria da Vitória, região esta que corresponde à porção municipal marcada pela presença dos manguezais. O último trecho corresponde à região norte, sendo denominado de Canal de Camburi, o qual se estende até à Baía do Espírito Santo. Outros canais que existiam no território foram ocultados ou deixaram de existir mediante o processo de urbanização, com exceção das nascentes e dos corpos hídricos próximos à elas, as quais foram protegidas legalmente (PASSOS, 2015). A Figura 26 a seguir apresenta os corpos hídricos de Vitória:

Figura 26: Corpos hídricos de Vitória



Fonte: Passos, 2015.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de Vitória - PMSB -, devido a falta de corpos hídricos na porção insular, Vitória tem como principal meio de abastecimento os Rios Santa Maria da Vitória e Jucu. Com o deságue dos Rios na Baía de Vitória, a mesma se mostra como um importante meio não somente de recepção de corpos hídricos para seu abastecimento, mas também como um

sistema que promove o desenvolvimento de atividades econômicas de suma importância para Vitória, como por exemplo, a presença do Porto de Vitória, o qual tem forte influência na economia municipal (PASSOS, 2015).

3.1. Aspectos e características que interferem no sistema de drenagem

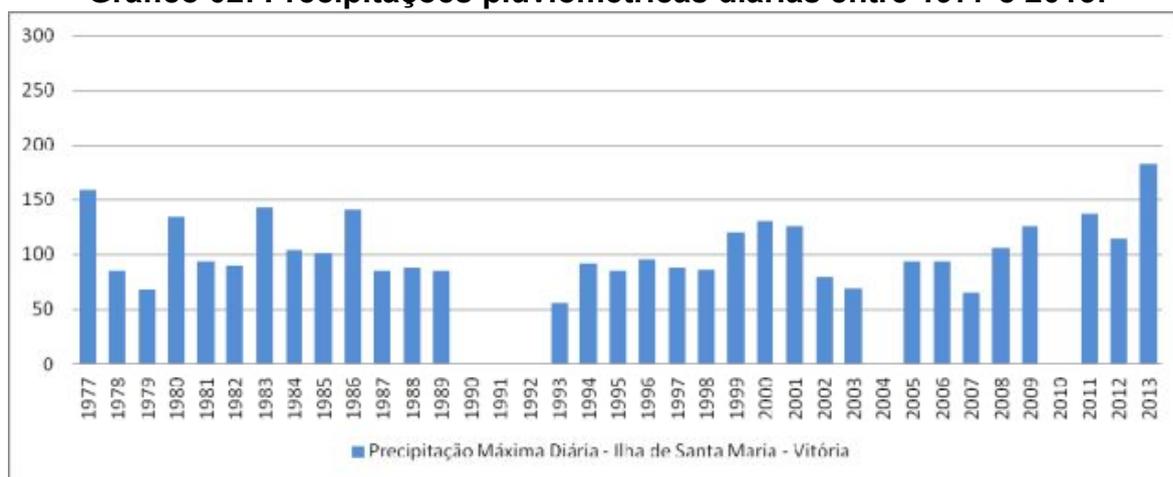
Tendo em vista que os rios conectam-se somente com a Baía de Vitória, a presença da água no interior da Ilha está relacionada a dois fatores: os eventos chuvosos que ocorrem no município e o regime de marés. Dessa forma, se faz importante entender quais as principais características desses dois fatores, visto que interferem diretamente no sistema de drenagem do município. Sendo assim, os fatores serão caracterizados a seguir.

3.1.1. O regime de chuvas

A análise do regime de chuvas de Vitória é feita por meio da coleta de dados de uma estação meteorológica e um posto meteorológico. A estação se encontra na Ilha de Santa Maria (pertencente ao município) e é operada pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET -, apresentando informações em um maior período de tempo, tendo informações de períodos desde 1931. O posto está localizado na Fazenda Fonte Limpa, no município de Serra, e é operado pelo Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural - INCAPER -, com início de suas atividades no ano de 1947. Ao longo dos anos, os dados encontrados em cada um dos pontos de monitoramento apresentam grande similaridade, com pequenas diferenças numéricas em casas decimais, comprovando assim, a estabilidade das informações e, desse modo, sendo publicadas pelo INMET e pelo INCAPER. Um dos principais resultados obtidos foi referente à média mensal e anual de

precipitação para o município no período entre 1931 e 1990. Por meio dos dados, a média anual encontrada foi de 1.278,1 mm; analisando de maneira pontual cada mês, encontrou-se que o mês com mais precipitações foi dezembro, apresentando média de 200,5 mm, enquanto agosto apresentou a menor precipitação, com 50,4 mm (PMSB, 2015). Outra informação trazida pelo PMSB diz respeito às máximas pluviométricas diárias registradas no período entre os anos de 1977 e 2013. O Gráfico 02 a seguir apresenta as precipitações pluviométricas diárias no período citado:

Gráfico 02: Precipitações pluviométricas diárias entre 1977 e 2013:



Fonte: Produto 2, tomo B. PMSB, 2015.

Por meio da análise do gráfico, é possível observar que as médias diárias no período citado esteve próxima ou abaixo de 150 mm por dia, com exceção do ano de 2013, o qual esteve mais próximo dos 200 mm por dia. De acordo com o PMSB, isso se deve ao fato de que, no mês em específico, as médias de chuvas no município foram muito superiores em comparação com os anos anteriores e até mesmo em relação aos demais meses, apresentando diversos dias com precipitações iguais ou de mais de 100 mm por dia (PMSB, 2015).

As informações apresentadas no Plano revelam que as análises elaboradas por Vitória são feitas com base nas chuvas acumuladas, diferentemente de outros municípios, que trabalham com a informação de chuvas intensas. O documento não apresenta nenhuma informação concreta quanto ao motivo de terem optado por tal informação, porém, diante de todos os valores demonstrados referentes às chuvas acumuladas e considerando que o município apresenta, em sua maior parte de extensão territorial, baixa declividade, levanta-se a hipótese de que tais dados foram

escolhidos por apresentarem maior probabilidade de serem uma das principais causas dos alagamentos registrados no município. A baixa declividade é um fator de grande importância no processo de escoamento da água, portanto, um terreno de pouca inclinação está condicionado a reter mais água durante períodos chuvosos. Dessa forma, Vitória apresenta uma maior probabilidade de acumular água de maneira mais rápida durante os eventos chuvosos, de modo que o sistema de drenagem não seja capaz de escoar o volume de água recebido de uma só vez, fazendo com que diversas áreas fiquem alagadas durante um período de tempo

Dessa forma, o município tem se atentado para as chuvas acumuladas por estas apresentarem resultados mais condizentes com a realidade do território, de modo que a análise do regime de chuvas está vinculado, principalmente, à tais informações. O município se organizou com base em informações de eventos chuvosos em períodos de retorno entre 5, 10, 25, 50 e 100 anos (PMSB, 2015), porém, essas informações não podem ser consideradas de maneira concreta, pois os eventos chuvosos não podem ser previstos com exatidão e, dessa forma, é possível que haja uma maior quantidade de dias com precipitação igual ao volume máximo estipulado, como foi o caso de dezembro de 2013, o que gera uma sobrecarga no sistema de drenagem e um mal funcionamento do mesmo.

3.1.2. O regime de marés

O levantamento dos dados referente à variação do nível do mar na região de Vitória foi realizado pela Fundação Estudos do Mar - FEMAR -, a qual obteve as informações por meio de dois pontos de monitoramento: um no Porto de Vitória e outro no Porto de Tubarão. Existe uma deficiência quanto a atualização dos dados, de modo que aqueles disponíveis já se mostram antigos, sendo anteriores a 2008 e gerando uma limitação na elaboração de um diagnóstico fiel à realidade da variação do mar e de suas consequências sobre o município (PMSB, 2015). Além das informações fornecidas pela FEMAR, há a divulgação da previsão numérica elaborada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação - DHN -, a qual atualiza os dados de variação do nível do mar por meio das Tábuas de Maré, as quais podem

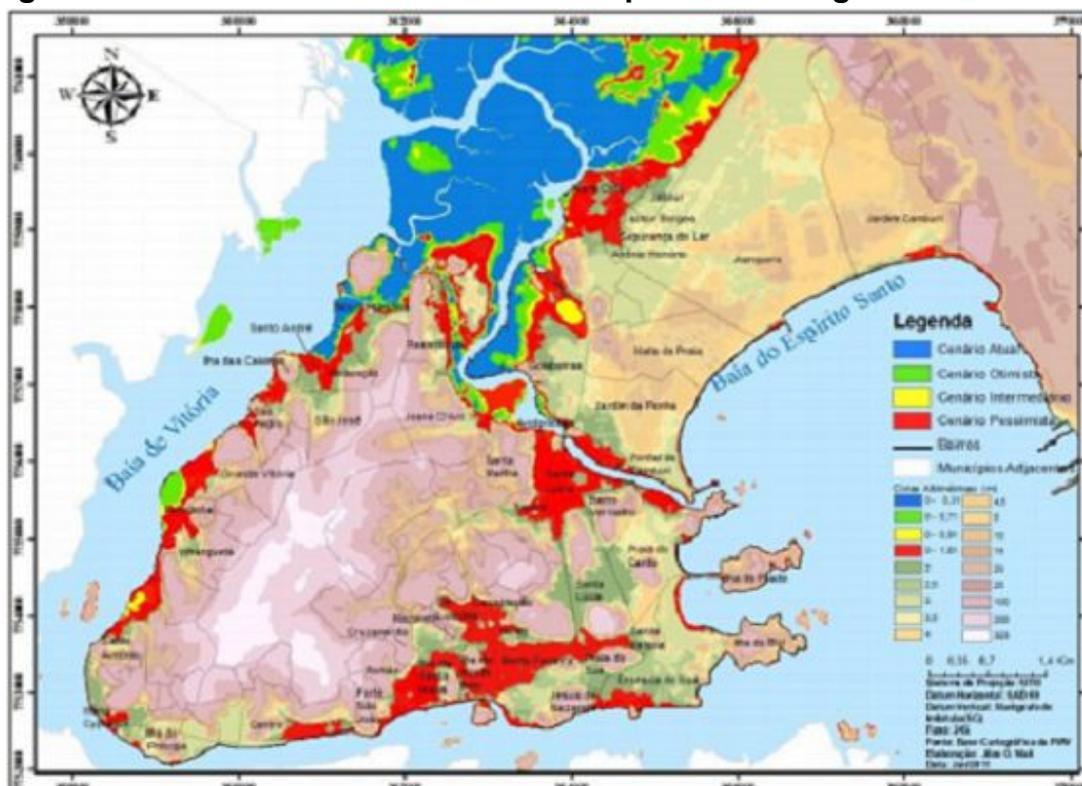
ser consultadas no site da Marinha do Brasil¹⁷. Por meio de tais documentos, é possível analisar o regime de maré ao longo de todos os dias do ano, de modo detalhado (NALI, 2011).

Para a região de Vitória, foram elaboradas três tábuas de maré, as quais apresentam informações de três pontos de monitoramento diferentes, sendo dois deles os utilizados pela FEMAR (Porto de Vitória e Porto de Tubarão) e o terceiro localizado na Ilha de Trindade, pertencentes ao município, porém há 1.142 km de distância do mesmo. Devido à maior proximidade dos dois Portos ao território municipal e entre si, as tábuas de cada um dos pontos de monitoramento apresentam resultados muito semelhantes, diferenciando-se em poucos dias dos meses ao longo do ano, portanto, as informações utilizadas nesse trabalho serão com base nas tábuas de maré de ambos os Portos, não sendo considerados os dados presentes na tábua de maré da Ilha de Trindade. Sendo assim, de acordo com os dados encontrados, a variação média do nível do mar foi de 0,81 metros, sendo a maior variação igual a 1,7 metros e a menor - 0,2 metros.

De acordo com Nali (2011), a elevação do nível do mar, causada principalmente pelo derretimento das geleiras devido às mudanças climáticas, pode trazer prejuízos para o município, podendo ser mais amenos ou mais intensos, dependendo do quanto o mar se elevar. Dessa forma, a autora construiu três cenários de aumento de nível do mar (os quais serão apresentados mais adiante), por meio dos quais ela estabeleceu uma previsão de quais as possíveis consequências para o território, considerando que hoje, o maior nível do mar já inunda toda a área da Ilha de Vitória com cota abaixo de 0,31 m (considerando a cota de nível do IBGE). A Figura 27 a seguir apresenta o mapa de Vitória e, concomitantemente, os atuais pontos de alagamento e os futuros pontos de acordo com cada cenário:

¹⁷ *Marinha do Brasil*. Tábuas de Maré. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>.

Figura 27: Cenários atual e futuros sobre pontos de alagamento de Vitória



Fonte: Nali, 2011.

O primeiro cenário apresenta uma visão otimista, pela qual a elevação do nível do mar seria de 0,40 metros. As possíveis consequências seriam inundação dos bairros mais próximos à beira mar e em todas as regiões abaixo de 0,71 metros de altitude, correspondendo a 9,38 km² de extensão territorial e atingindo áreas de 17 bairros da cidade, além da Estação Ecológica da Ilha do Lameirão e parte da área de manguezal. O segundo cenário é o intermediário, o qual apresenta consequências mais graves que o cenário anterior. Ele considera uma elevação de 0,60 metros, gerando inundação em uma área de 10,24 km², atingindo 23 bairros, com os bairros mais vulneráveis localizados nas regiões noroeste e sudoeste da ilha. As áreas de manguezais seriam um pouco mais afetadas que no cenário anterior. O terceiro cenário é o pessimista, o qual considera a elevação do mar em 1,50 metros, o que geraria uma área de inundação igual a 16,31 km², correspondendo a 21,70% do território municipal e atingindo basicamente toda a área costeira. Cerca de 51 bairros seriam afetados e praticamente toda a área de manguezal se tornaria inundada (NALI, 2011).

Considerando a possível ocorrência do cenário pessimista, com uma maior elevação do nível do mar, as condições de escoamento das Bacias se tornariam

ainda piores, portanto, cabe ao município se atentar para tal situação e incorporar algumas medidas propostas pela autora, como monitoramento da variação do nível do mar, incremento do sistema de monitoramento ao planejamento urbano, transferência de serviços de grande valor para áreas com menores riscos de inundações, entre tantas outras mais que forem cabíveis, a fim de que os impactos sobre o território sejam os menores possíveis (NALI, 2011).

Dessa forma, tanto o regime de chuvas quanto o regime de maré influenciam diretamente no planejamento da drenagem no município de Vitória. Tais condicionantes provocam diversos pontos de alagamento e inundação na cidade. Sendo assim, é possível observar que o município necessita de um sistema de drenagem urbana eficiente, visto que os condicionantes de chuva e maré intensificam fortemente as consequências da água no território. É importante que haja uma análise sobre a particularidade de cada área que sofre de alagamento, para que seja possível compreender quais as medidas que são possíveis de serem aplicadas e como isso pode gerar bons resultados, melhorando a qualidade de vida da população e preservando o patrimônio público e privado.

3.2. O Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB

Conforme citado anteriormente, esse trabalho tem como foco abordar o sistema de drenagem urbana na porção insular do município de Vitória, visto que suas características físicas e antrópicas revelam uma particularidade do território, sendo dessa forma, interessante apresentar uma análise de como o sistema foi desenvolvido e qual o modo pelo qual o município tem tratado a água em seu espaço urbano e como tem buscado apresentar soluções para os problemas de alagamentos e inundações. Um dos meios utilizados por Vitória foi a criação do Plano Municipal de Saneamento Básico - PMSB, o qual será apresentado nesse momento.

Os municípios da Região metropolitana da Grande Vitória - RMGV - apresentam, assim como a capital, problemas relacionados com o sistema de drenagem urbana. Dessa forma, a busca por solucionar tais problemas se mostra

como algo que vai além dos territórios municipais e, frente às relações existentes entre tais entes, em 2011 foi elaborado o Plano Diretor de Águas Urbanas da Região Metropolitana da Grande Vitória (PDAU-RMGV), aprovado pelo Conselho Metropolitano de Desenvolvimento da Grande Vitória - COMDEVIT. Após essa aprovação, em 2013, o Estado do Espírito Santo firmou um compromisso no qual delegou a organização e o estabelecimento do grupo técnico responsável por executar todos os estudos necessários e a construção do PMSB, tendo como integrantes do grupo representantes dos municípios integrantes da RMGV, do Estado e da Federação das Associações de Moradores e Movimentos Populares - FAMOPES. O PMSB foi desenvolvido em um período de dois anos, com sua Minuta de Lei tendo sido publicada em 21 de setembro de 2015. Anterior a ele, durante o período de 2007 e 2008 foi criado o PDDU, com sua consolidação em 2009. Sua primeira atualização ocorreu em 2014, incorporando o PMSB (PMSB, 2015).

O documento apresenta de maneira completa um diagnóstico sobre o município de Vitória, com as características físicas do solo, vegetação, hidrologia, clima, assim como informações sobre o perfil populacional, as condições de habitação, saneamento básico, entre outros itens referentes ao município. Seu desenvolvimento de maneira participativa, contando com a interação com a sociedade civil e a contribuição da mesma para as informações contidas no documento (PMSB, 2015). Desse modo, o produto final encontrado é composto por:

- Termo de referência: é o documento inicial, o qual apresenta as diretrizes para a empresa e para o grupo técnico responsáveis pelo desenvolvimento e implementação do PMSB;
- Produto 1: apresenta todas as informações referentes à definição do processo de elaboração do PMSB;
- Produto 2: responsável por trazer todos os resultados obtidos por meio do diagnóstico referente à prestação dos serviços relacionados ao saneamento básico;
- Produto 3: descreve os prognósticos e alternativas estabelecidas para que seja possível a universalização dos serviços de saneamento básico. Também apresenta os objetivos e metas do Plano, assim como o manual de drenagem urbana como adendo ao Produto;

- Produto 4: traz a definição dos programas, dos projetos e das ações do município, definindo também quais as ações de caráter emergencial e contingencial;
- Produto 5: apresenta todos os mecanismos e procedimentos relacionados ao controle social e dos instrumentos elaborados e utilizados para o monitoramento e a avaliação das ações estabelecidas;
- Produto 6: traz o relatório final do PMSB, contendo todas as informações apresentadas nos itens anteriores, porém, de uma maneira mais resumida.

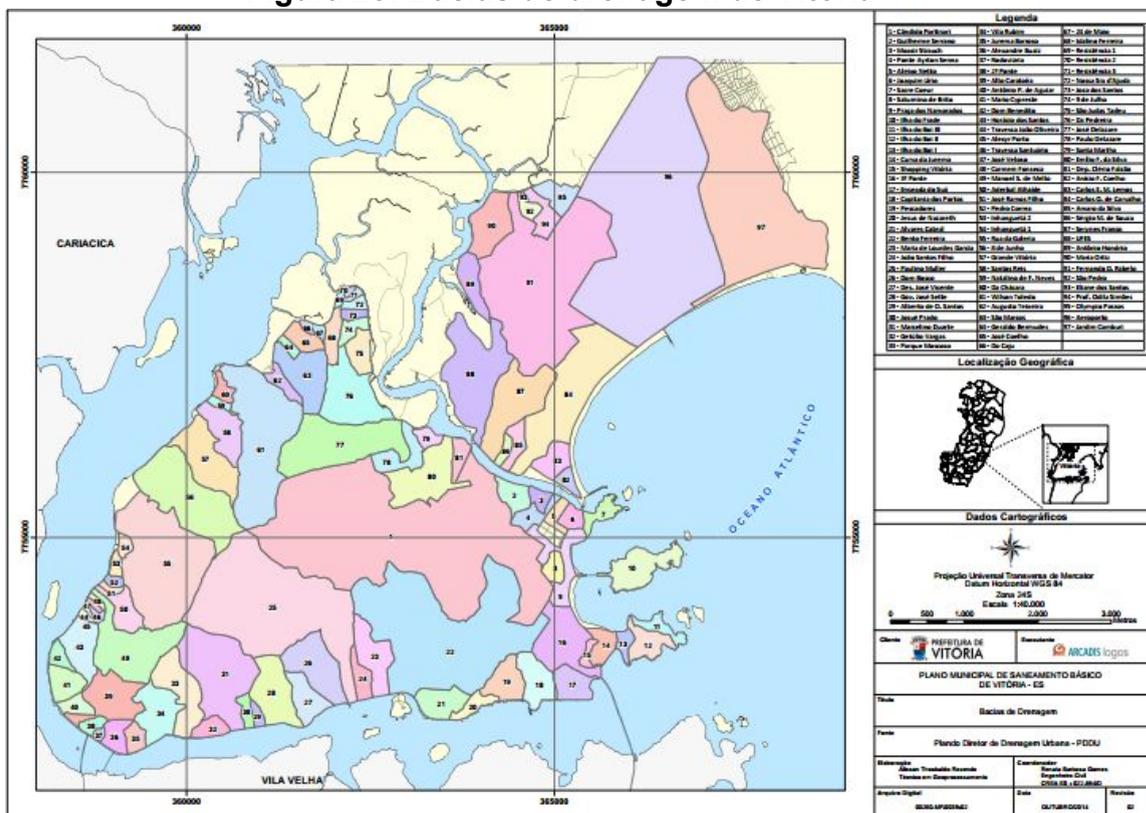
A participação popular na construção do PMSB ocorreu durante todo o processo de elaboração do mesmo, tendo sido realizadas diversas reuniões comunitárias em todos os 80 bairros de Vitória. O incentivo à participação visou a conscientização da sociedade civil quanto à necessidade da criação do PMSB e sua importância na vida dos cidadãos. A fim de conseguir realizar tais reuniões de maneira mais eficaz, estas ocorreram em locais específicos utilizados para a realização desse tipo de eventos. No total, foram distribuídos relatórios e questionários nas dezenove Reuniões Comunitárias existentes no município, as quais estão divididas entre as nove Regiões Administrativas. De todos os bairros de Vitória, o único que não participou das reuniões foi o Jardim da Penha, visto que foi criado em 2013 em um período posterior à realização das reuniões (PMSB, 2015).

Quanto à institucionalidade do PMSB, o mesmo está embasado em Leis de âmbito federal, como a por exemplo, a Lei Federal nº 9.433, conhecida como Lei das Águas, a qual instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos, que estabelece as diretrizes nacionais que devem ser obedecidas no que tange aos corpos hídricos. No âmbito estadual, a Lei Estadual nº 10.143, de 16 de dezembro de 2013 deu origem à Agência Estadual de Recursos Hídricos - AGERH, vinculada à Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEAMA. A AGERH possui como principal finalidade a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos em todo o Estado do Espírito Santo, trabalhando em conjunto com o SEAMA e com os Comitês das Bacias Hidrográficas do Estado, caracterizados por serem colegiados organizado com o propósito de promover a gestão da água de maneira descentralizada, sendo um colegiado tripartite, ou seja, com a participação da sociedade civil, do poder público e dos usuários (PMSB, 2015).

Devido a falta de corpos hídricos em sua porção insular do território, o planejamento e a gestão da água em Vitória ocorreu de um modo particular, se

diferenciando dos demais. O município contou com a adaptação do modelo de bacia hidrográfica e estabeleceu as bacias de drenagem, que apresentam o mesmo conceito, sendo definidas de acordo com a topografia da ilha. Porém, a delimitação da área total é determinada de acordo com a área drenada pelo sistema de drenagem existente no local, responsável pela coleta de todo o volume de água e o direciona para determinado ponto de saída, os quais, normalmente, costumam dar o nome às bacias. O município estabeleceu 98 bacias de drenagem, 81 se encontram na porção insular e as outras 17 na porção continental. Além disso, de acordo com o diagnóstico do PMSB, 29 bacias apresentam problemas de alagamento, sendo 26 dentro da ilha e três no continente (PMSB, 2015). A Figura 28 a seguir apresenta as bacias de drenagem de Vitória:

Figura 28: Bacias de drenagem de Vitória



Fonte: PMSB, 2015.

A divisão municipal em bacias de drenagem possibilita uma melhor análise da situação em cada uma, de modo que é possível compreender quais são as regiões do município que demandam maior atenção e maiores investimentos, a fim de que os problemas de alagamentos e inundações sejam amenizados. O PMSB apresenta

um diagnóstico de cada uma, assim como as infraestruturas utilizadas para que o volume de água possa ser drenado de maneira mais efetiva. Dessa forma, os principais resultados obtidos no PMSB serão apresentados a seguir, assim como uma discussão de como o município tem se colocado frente aos problemas que se manifestam em seu território. Como abordado inicialmente, o foco dessa análise será dado para a região interna da ilha.

3.2.1. PMSB e seus principais resultados

O diagnóstico elaborado para o PMSB apresenta todas as características de Vitória e como elas influenciam na vida cotidiana da população. Os dados encontrados revelam quais as principais medidas que devem ser tomadas no município e quais foram as ações escolhidas como importantes a serem tomadas pelo poder público, de modo a mitigar os problemas locais e regionais, além de promover uma melhor qualidade de vida da população, diminuindo as desigualdades socioeconômicas. Dessa forma, serão apresentados os principais resultados encontrados para o território insular e que sejam relacionados diretamente com o sistema de drenagem, assim como com os sistemas que podem interferir de maneira significativa no mesmo.

3.2.1.1. Quanto às Bacias de Drenagem

A organização das Bacias de drenagem, de acordo com a prioridade em que cada uma possui de intervenções estruturais foi feita com base em alguns critérios, tais como custo/área alagada, frequência de alagamentos, prejuízo/m², influência da maré no sistema de drenagem, entre outros. Dessa forma, as Bacias foram classificadas em três categorias de prioridade: Alta, Média e Baixa.

Apesar de tal organização, a execução das obras não ocorreram de maneira a obedecer a prioridade das Bacias, como por exemplo, a Bacia José Delazare (baixa prioridade) teve suas obras executadas antes da Bacia Cândido Portinari, classificada como a primeira dentre todas as Bacias com prioridade de intervenção. Essa situação pode vir a acontecer devido a existência prévia de determinada infraestrutura, a qual pode facilitar a execução e implementação das obras, agilizando o processo (PMSB, 2015).

O PMSB apresenta as principais medidas estruturais adotadas por Vitória em cada Bacia de drenagem. Por meio do diagnóstico disponibilizado, foi possível observar que as infraestruturas utilizadas no momento inicial do contato da água com as vias são as sarjetas, as quais escoam a água até as caixa-ralo com grelha, responsáveis pela recepção da água e direcionamento da mesma para as galerias ou tubulações subterrâneas, que recebem o volume de água e o conduzem até o destino final, que são os corpos d'água. O transporte feito por tubulações que conectam uma galeria a outra pode ser acessado por meio dos poços-de-visita, os quais permitem que tais infraestruturas sejam acessadas para manutenção e limpeza. As Figuras 29, 30 e 31 a seguir apresentam fotos das infraestruturas citadas e que estão na superfície:

Figura 29: Caixa-ralo com grelha na Avenida Princesa Isabel



Foto: Felipe Amós Barbosa.

Figura 30: Sarjeta na Rua Barão de Itapemirim



Foto: Felipe Amós Barbosa.

Figura 31: Tampão de poço-de-visita na Avenida Beira Mar



Foto: Felipe Amós Barbosa.

De acordo com os dados apresentados pelo PMSB, as Bacias Cândido Portinari, Praia do Canto, Bento Ferreira e UFES, possuem Estação de Bombeamento de Águas Pluviais - EBAP -, as quais são responsáveis pelo bombeamento de toda a água escoada após eventos chuvosos. Dessas Bacias, somente a UFES se encontra na porção continental, sendo as demais pertencentes ao território insular. Além disso, a Bacia Bento Ferreira é a única que possui duas EBAPs, enquanto as demais possuem apenas uma. Isso ocorre após o armazenamento da água em galerias, que é a principal medida de intervenção na maior parte das Bacias, mas que se mostram sub dimensionadas, de modo que o volume de água recebido é maior que o tamanho das mesmas, fazendo com que a água extrapole para além dos limites das seções e gerando mal funcionamento das EBAPs. De maneira semelhante, em alguns casos foi diagnosticado que o sub dimensionamento poderá acarretar problemas num período de 10 e de 25 anos de retorno, demandando assim, intervenções em suas estruturas (PMSB, 2015). A Figura 32 a seguir apresenta uma das EBAP's, sendo a da Bacia de Bento Ferreira, localizada na Avenida Marechal Mascarenhas de Moraes:

Figura 32: EBAP da Bacia Bento Ferreira



Foto: Felipe Amós Barbosa.

Foi observado também que em algumas Bacias, como é o caso das Bacias Paulino Muller e Santos Reis, a influência da maré é um fator de maior peso, de modo que o volume de água nas galerias esteja condicionada à variação do nível do mar. Em outras, como é o caso das Bacias Governador José Sette e Getúlio Vargas, há uma deficiência quanto ao cadastramento de toda a rede de drenagem pluvial, o que gerou impedimentos quanto ao levantamento de dados relacionados à verdadeira situação encontrada em cada uma delas. Além disso, de um modo geral, as EBAPs existentes possuem necessidades a serem atendidas, elencadas, de acordo com os dados fornecidos no Plano, da seguinte maneira:

- Prestação de serviço: melhorias na qualidade do serviço prestado pelas EBAPs, algumas das quais apresentam problemas como deficiência na execução das atividades vinculadas à limpeza da água, formação de corpo técnico capacitado para a elaboração de um diagnóstico mais fidedigno, cadastramento da rede de drenagem pluvial, entre outros;
- Manutenção: intervenções estruturais que interferem diretamente no bom funcionamento dos sistemas, tais como troca de óleos das estruturas, manutenção nas vedações das comportas, troca de bombas de recalque, ajuste geométrico dos poços de bombas, assim como manutenção de infraestrutura da empresa, como calçamento, telhado, entre outros.

Algumas Bacias apresentam maior quantidade de pontos de alagamento, de modo que sua área se torna mais afetada que as demais. É o caso, por exemplo, da Bacia Cândido Portinari, que abrange 17 bairros de Vitória e se classifica como sendo a maior Bacia de drenagem da porção insular. Em sua maior parte, o uso predominante é residencial, podendo ser encontrado trechos de uso comercial. Apresenta diversos pontos de alagamento em algumas ruas e avenidas, como por exemplo, a Avenida Leitão da Silva, a Rua Arlindo Sodré e a Praça de Eucalipto, na Avenida Maruípe. Esses, dentre outros pontos, são os mais críticos na Bacia, gerando diversos problemas para a população local.

A Bacia Bento Ferreira se mostra como uma das mais afetadas. Tendo seu limite compartilhado com a Bacia Cândido Portinari na Avenida Leitão da Silva, a Bacia apresenta pontos de alagamento também na Avenida Rio Branco, parte da Avenida Vitória, Rua Carlos Moreira Lima, entre outros. Conta com duas EBAPs, as quais abastecem a região correspondente a nove bairros, os quais constituem duas Regiões Administrativas do município: Regional III - Bento Ferreira -, e Regional V -

Praia do Canto. Foi diagnosticado que em sua galeria principal ocorre a extrapolação da água em dimensões que chegam a quase sua extensão total, gerando diversos alagamentos críticos no território.

A Bacia Paulino Muller é a terceira maior Bacia da ilha, abrangendo diversos bairros e estando inserida em sua totalidade na Regional III - Bento Ferreira. A Bacia tem sua parte alta na região do Parque da Fonte Grande, que apresenta alguma nascentes. A área baixa é fortemente marcada pela grande ocupação populacional, em uma região de uso misto, compreendendo uso residencial e comercial. Os principais pontos de alagamento ocorrem de maneira mais intensa em terrenos e áreas que estão abaixo do nível do mar. Isso gera um grande passivo nas galerias existentes, visto que o desnível local dificulta o escoamento de água na região das galerias, exercendo uma pressão sobre o funcionamento da mesma e colocando em risco seu bom funcionamento.

Algumas Bacias não apresentaram problemas de dimensionamento de suas galerias. A Bacia Governador José Sette possui uma galeria principal com dimensões compatíveis à vazão em momentos de pico, de modo que a região não registrou nenhum ponto de alagamento. A Bacia Vila Rubim tem sua galeria principal nas dimensões necessárias para o escoamento da água, porém, em redes adjacentes a ela é possível encontrar uma situação de insuficiência, o que proporciona pontos de alagamento em seu território. Situação semelhante é encontrada na Bacia Wilson Toledo, a qual sofre de problemas de alagamento devido ao subdimensionamento de galerias adjacentes à principal e por possuir áreas abaixo do nível do mar, de modo que sua variação sobrecarrega as galerias locais.

Diante dos problemas elencados no diagnóstico das Bacias, o PMSB elaborou algumas diretrizes referentes às intervenções necessárias em cada uma. Dentre as medidas estabelecidas, as que se apresentam em praticamente todas as Bacias são intervenções nas galerias, podendo ser o redimensionamento das existentes ou a criação de novas. Foi proposta também a substituição das tubulações por outras de maior diâmetro, como é o caso das Bacias Praia do Canto, Desembargador José Vicente, Alberto dos Santos, Santos Reis e Wilson Toledo. As Bacias Bento Ferreira, Paulino Müller e Santo Antônio receberam proposta de criação de reservatório de amortecimento ou de detenção (PMSB, 2015).

Algumas Bacias, como é o caso da Maria de Lourdes, João Santos Filho, Alberto Santos, Vila Rubim e Antônio Pinto de Aguiar, receberam diretrizes sobre a alteração da declividade da galeria principal ou das tubulações de trecho, as quais conectam uma galeria a outra. As Bacias Governador José Sette e Getúlio Vargas receberam como diretriz o cadastramento de toda a rede, visto que houve o déficit no levantamento de dados devido a falta de cadastro e, dessa forma, o diagnóstico sobre tais Bacias não foi efetivo. A construção de EBAP foi proposta para a Bacia de Santo Antônio (PMSB, 2015).

Tendo em vista tais diretrizes elaboradas para as Bacias, é possível observar que todas as medidas estabelecidas ainda estão relacionadas com um sistema de drenagem pautado em galerias e redes de trecho de condução do volume de água. O PMSB não apresentou nenhuma proposta inovadora, relacionada com as BMP's e infraestruturas verdes, o que revela uma posição conservadora do município em relação à implementação de medidas estruturais no território.

3.2.1.2. Quanto à gestão da drenagem urbana

Para que a gestão da drenagem urbana seja efetiva sobre o território, é de suma importância que o município tenha uma boa organização, a fim de conseguir cumprir com as diretrizes estabelecidas a serem seguidas estejam de acordo com as Leis existentes. No caso de Vitória, a obrigação que o município possui de organizar todo o sistema e de fornecer os serviços de saneamento básico para a população está estabelecida por meio da Constituição Estadual do Estado do Espírito Santo e também pelo Artigo 90 da Lei Orgânica Municipal de Vitória. Dessa forma, coube ao município institucionalizar o modo pelo qual tal gestão viria a se consolidar. Sendo assim, o município conta com alguns entes responsáveis por gerir o sistema de drenagem no território (PMSB, 2015):

- Secretaria Municipal de Obras - SEMOB; e
- Secretaria Municipal de Serviços - SEMSE.

Durante a elaboração do PMSB, havia outras duas Secretarias vinculadas à gestão da drenagem em Vitória, sendo a Secretaria Extraordinária de Projetos

Especiais - SEPE - (extinta em 2009) e a Companhia de Desenvolvimento da Cidade - CSV -, que não possui mais atribuições relacionadas à drenagem. Além disso, o Decreto nº 14.518/09 estabeleceu que os serviços relacionados ao saneamento básico, tais como tratamento e distribuição da água no município, estariam a encargo somente da SEMOB, sem que houvesse a partilha das responsabilidades com outra Secretaria. O único serviço que a SEMOB compartilha é o de limpeza do sistema de rede e galerias do município, serviço esse que é realizado pela SEMSE. Tal divisão acaba gerando dificuldades no processo de gestão, visto que alguns conflitos burocráticos fazem com que uma Secretaria passe à outra a responsabilidade da deficiência no oferecimento do serviço à população, prejudicando a execução do mesmo (PMSB, 2015).

De acordo com o PMSB, tais problemas estão vinculados, principalmente, à falta de uma cobrança de taxa pelo serviço ofertado. o município atualmente não apresenta nenhuma taxa de cobrança, alegando que, como o serviço é ofertado a todos, a tarefa de definir um valor específico se torna complicada, pois seria necessário considerar as desigualdades existentes para depois estipular os valores. Dessa forma, a arrecadação de recursos financeiros que possibilitem o desenvolvimento dos serviços de manutenção e limpeza não atingem valores suficientes para arcar com os gastos necessários, gerando assim, uma deficiência no atendimento de tais serviços (PMSB, 2015).

Uma das medidas implantadas no município com o propósito de auxiliar na gestão da drenagem foi a criação da Lei nº 7.831/2009, que trata sobre a questão do reuso da água, porém, a Lei se aplica somente a edifícios residenciais e comerciais com quatro pavimentos ou mais. Por mais que a iniciativa se classifica como uma ação ambientalmente sustentável, a abrangência da Lei ainda é muito restrita, de modo que os efeitos gerados para o município ainda sejam irrelevantes. É importante que a Lei se estenda para as demais edificações e que haja uma maior divulgação para a população, de modo que sua aplicação possa ocorrer de maneira mais efetiva (PMSB, 2015).

3.2.1.3. Outros elementos de influência sobre o sistema de drenagem

Um dos resultados encontrados diz respeito à qualidade da água das bacias que abastecem Vitória. Essa informação se mostra importante, visto que a qualidade que a água chega na Baía de Vitória pode interferir no uso da mesma pelo município, demandando um maior tratamento. Para avaliar tal dimensão, foi utilizado o Índice de Qualidade da Água - IQA. A medição é feita a fim de cumprir com a Resolução 357, de 17 de março de 2005, estabelecida pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. O Quadro 03 a seguir apresenta os parâmetros do IQA:

Quadro 03: Parâmetros do IQA

LEGENDA - IQA	
CATEGORIA	PONDERAÇÃO
ÓTIMA	$79 < \text{IQA} \leq 100$
BOA	$51 < \text{IQA} \leq 79$
REGULAR	$36 < \text{IQA} \leq 51$
RUIM	$19 < \text{IQA} \leq 36$
PÉSSIMA	$\text{IQA} \leq 19$

Fonte: Adaptado do PMSB, Produto 2, Tomo A, 2015.

De acordo com os dados analisados, referentes ao ano de 2013, as Bacias dos Rios Santa Maria da Vitória e Jucu apresentam IQA Boa e Regular. A Bacia do Rio Jucu ainda apresenta, em determinado ponto, IQA Péssima. De acordo com o PMSB (2015), a qualidade da água dos dois Rios apresentam queda do IQA quanto mais próximo de sua jusante, o que pode ser causado devido à interferência humana ao longo de todo o seu trajeto, por meio do descarte de resíduos sólidos, lançamentos de esgoto, entre outras atividades que poluem os corpos hídricos. Dessa forma, a IQA dos Rios ao chegarem na Baía de Vitória não são os mais favoráveis, de modo que o município precisa se adequar a tal situação para fazer o uso da água em seu território, visto que o Rio Jucu possui uma participação de 46% do abastecimento de Vitória, enquanto que o Rio Santa Maria da Vitória possui participação de 29% (PMSB, 2015).

No que diz respeito ao esgotamento sanitário, um dos maiores problemas enfrentados por Vitória está relacionado com as ligações clandestinas do sistema de esgotamento sanitário ao sistema de drenagem pluvial. Por meio dessas ligações, o esgoto sanitário tem como destino o sistema de rede pluvial e como destino final a Baía de Vitória ou o mar, sem passar por qualquer tratamento prévio. Dessa forma, as ligações clandestinas fazem com que tais corpos d'água sejam poluídos, gerando uma maior quantidade de água com demanda de tratamento (PMSB, 2015).

Diante de todos esses problemas elencados, é possível observar quais as principais deficiências do sistema de drenagem de Vitória. Tais problemas devem ser observados com atenção, de modo que as medidas necessárias sejam tomadas para que haja um melhor escoamento da água sem que esta venha a ser contaminada, além de melhorar a prestação do serviço de coleta, tratamento e distribuição de água para a população de uma maneira mais igualitária. A análise de tais resultados permite compreender qual a postura de Vitória quanto as BMP's e a infraestrutura verde, postura essa que será apresentada e discutida a seguir.

3.3. Qual o caminho adotado por Vitória? Análise do Plano à luz dos conceitos das BMP's e da CSA

De acordo com as informações apresentadas anteriormente, é possível observar quais as principais medidas adotadas por Vitória em seu sistema de drenagem e como isso impacta no ambiente urbano. Diante da ausência de corpos hídricos em seu território insular, a adoção da divisão administrativa em Bacias de drenagem foi indispensável para que Vitória pudesse planejar sua gestão hídrica, diagnosticando os principais problemas em cada região do município e, dessa forma, estabelecer medidas para resolver tais questões (PMSB, 2015).

Segundo o PMSB, em todas as Bacias foram encontradas infraestruturas condizentes com uma visão já superada sobre drenagem, como galerias, canais, tubulações, entre outras. Ainda que tais medidas apresentem resultados importantes na gestão do sistema de drenagem, existem outras infraestruturas que podem ser implementadas a fim de proporcionar uma melhoria em todo o sistema, tais como

estacionamentos permeáveis, praças de árvore, arborização de vias públicas, entre outras, as quais compõem as BMP's (GRANT, 2016), apresentadas no primeiro capítulo desse trabalho. Dentre as principais diretrizes para melhoria da drenagem urbana em cada Bacia, o município estabeleceu somente medidas de redimensionamento das infraestruturas já existentes, sem propor nenhuma ação inovadora, dialogando com conceitos superados sobre o sistema de drenagem.

Os programas e ações estabelecidas por Vitória para o sistema de drenagem estão vinculados a essa questão de manutenção e reestruturação do sistema de drenagem já existente. Uma das ações propostas e que apresenta uma nova medida a ser adotada pelo município é a criação de uma taxa de drenagem, a fim de arrecadar fundos necessários para a manutenção e limpeza de toda a rede das Bacias. Outra ação proposta pelo município é a alteração na Lei de Reúso das Águas Pluviais, a qual estabelece o reúso de água para edifícios residenciais e comerciais iguais ou menores que quatro andares. Essa medida demanda um bom planejamento, visto que os reservatórios devem estar sempre vazios, a fim de que possam funcionar corretamente durante eventos chuvosos. Dessa forma, seria necessário a implementação de um sistema que transferisse todo o volume de água para algum reservatório específico, a fim de que o sistema de drenagem não fosse comprometido e tivesse seu funcionamento prejudicado, porém, o município não apresenta nenhuma medida referente a isso. O município propõe também uma alteração do Plano Diretor Urbano - PDU -, a fim de que as devidas orientações sejam apresentadas e, dessa forma, seja possível a aplicação da Lei no território (PMSB, 2015). Apesar de propor a atualização da Lei para que a medida de reúso das águas pluviais seja aplicada em todo o território, o município ainda não implementou tal medida, colocando-o em uma posição de estagnação quanto o assunto.

Quanto as ações sociais propostas no PMSB, o município visa o desenvolvimento de programas de educação ambiental, a fim de promover a interação entre a sociedade e o meio ambiente, de modo que esta venha a compreender a necessidade de preservá-lo e quais as possíveis ações que cada um pode tomar, de maneira individual e coletiva, a fim de proporcionar um ambiente mais preservado. Além disso, o programa visa educar os moradores quanto a conservação de água para o reúso, medida essa que se apresenta como uma ação benéfica ao meio ambiente.

Dessa forma, é possível observar que as medidas adotadas por Vitória ainda se mostram relacionadas com os conceitos antigos de drenagem, os quais visam o escoamento rápido da água pluvial das vias urbanas por meio de sarjetas, direcionando a água para galerias e, posteriormente, o despejo nos corpos hídricos. O município não apresentou nenhuma proposta de implementação de infraestruturas relacionadas com as BMP's, tais como incentivos para a contenção de água da chuva nos lotes, praças de água e estacionamentos permeáveis, e infraestruturas verde, como telhados verde, canaletas vegetadas, arborização de vias públicas de modo a conectar parques com outras áreas urbanas, entre outras, que poderiam promover a integração entre os ambientes natural e urbano. Tais medidas proporcionam melhoria na qualidade de vida da população, além de criar um ambiente harmônico com outros ecossistemas existentes (HERZOG; ROSA, 2010).

CONCLUSÃO

Vitória é um município de grande importância para o Estado do Espírito Santo. Sua boa localização possibilita o desenvolvimento de uma dinâmica econômica com os demais municípios do Estado e com municípios de Estados vizinhos, como a Bahia e Minas Gerais. Seu crescimento levou a um processo de urbanização que proporcionou diversas alterações do solo por meio do processo de aterro, gerando diversos pontos de alagamentos e inundações no território, intensificados pela variação do nível do mar em consonância com os eventos chuvosos. Dessa forma, o município passou a demandar um sistema de drenagem urbana capaz de retirar o volume de água acumulado nas vias urbanas.

O município apresenta boa organização institucional, com um Plano de Saneamento bem elaborado e com informações importantes sobre a realidade do município em suas dimensões ambientais, sociais e econômicas. Tais informações possibilitaram a criação de medidas a serem adotadas para que o município tenha melhores condições de resolver os problemas vinculados à drenagem, como alagamentos e inundações. As infraestruturas existentes no município ainda estão relacionadas apenas aos métodos já superados sobre o sistema de drenagem, os quais continuam se configurando como prioridade do município, sem haver proposta de inovação, tampouco de implementação de novas infraestruturas vinculadas às BMP's e às infraestruturas verde, as quais podem proporcionar uma melhor relação entre Vitória e a água em seu território.

Dentre as principais dificuldades encontradas no desenvolvimento do trabalho, pode-se citar o acesso a trabalhos científicos que tratem do tema da drenagem urbana em áreas de baixa declividade ou de aterro. A escassez de tal informação gerou limitação quanto a exploração do tema e uma possível análise em relação ao caso específico de Vitória. Desse modo, é interessante que haja o investimento em pesquisas relacionadas ao tema e o empenho, por parte do município, em desenvolver estudos relacionados a como é possível a implementação das BMP's no território e qual o melhor caminho para conseguir

fazer a transição para uma CSA. Sendo assim, o desenvolvimento de trabalhos científicos com foco no sistema de drenagem em áreas de baixa declividade se mostram essenciais para que haja um melhor planejamento de tal sistema em territórios com tais características.

A ausência de tais infraestruturas faz com que o município ainda se configure como uma cidade drenada, porém, com sua boa capacidade institucional e uma gestão de drenagem urbana bem estruturada, Vitória apresenta condições de elaborar estudos referentes à implementação de infraestruturas que dialoguem com os conceitos e métodos que proporcionem a transição de uma cidade drenada para uma CSA. Dessa forma, a capital poderá gerir melhor a água em seu território, promovendo um uso mais sustentável e, conseqüentemente, o desenvolvimento de um ambiente mais harmônico entre o meio natural e urbano.

REFERÊNCIAS

ALVES, Elisânia Magalhães. Medidas não-estruturais na prevenção de enchentes em bacias urbanas: cenário para a Bacia do Gregório, São Carlos - SP. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Carlos, 2005.

AKABASSI, L; OLIVEIRA, L. S. S. Técnicas sustentáveis aplicadas ao aproveitamento das águas pluviais de drenagem urbana em Vitória - ES. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, n. 28, 2015, Rio de Janeiro.

ATLAS DO DESENVOLVIMENTO HUMANO NO BRASIL. Vitória. Disponível em: <http://www.atlasbrasil.org.br/perfil/municipio/320530>. Acesso em 07 outubro 2020.

BRASIL. Marinha do Brasil. Centro de hidrografia da Marinha. Tábuas de maré. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>. Acesso em 05 novembro 2020.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. A questão da drenagem urbana no Brasil: elementos para formulação de uma Política Nacional de Drenagem Urbana. Brasília: SNSA, 2003. 33 p.

COELHO, André Luiz Nascentes. Refinamento e Atualização das Áreas de Aterros do Município Vitória – ES com Emprego de Geotecnologias. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, n. 18, Santos. Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. Santos, INPE Santos, mai. 2017.

COELHO, André Luiz Nascentes. SIG aplicado em inundações urbanas: estudo de caso no município de Vitória - ES (Brasil). Ciência Geográfica. Bauru, v. 20, n. 1, 33-43, dez. 2016.

COMISSÃO NACIONAL DE REGIÕES METROPOLITANAS E POLÍTICA URBANA. Patrimônio ambiental urbano e natural da Grande Vitória. Relatório. Vitória, 1978. Relatório. Digitalizado.

CORRÊA, Ludmila Campo Dall'Orto. "À margem do corpo d'água. A relação entre a baía e a cidade de Vitória (ES)". Dissertação de mestrado. Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, 2014.

ESPÍRITO SANTO. Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Agência Estadual de Recursos Hídricos. Mapas das Bacias Hidrográficas Capixabas. Disponível em:

<https://agerh.es.gov.br/GrupodeArquivos/mapas-das-bacias-hidrograficas-capixabas>. Acesso em: 01 novembro 2020.

FLETCHER, Tim D., et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The evolution and application of terminology surrounding urban drainage. Taylor & Francis Journal, published online, 23 jul 2014, pages 525-542. Disponível em: <<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/1573062X.2014.916314>>. Acesso em: 22 novembro 2020.

FREITAS, José Francisco Bernardino. Aterros e decisões políticas no município de Vitória: efeito cascata. In Anais do VIII SHCU - Seminário de História da Cidade e Urbanismo: Perspectivas contemporâneas da história da cidade e do urbanismo. Niterói, v. 1, p. 1-117, mar. 2004.

GRANT, Gary. The water sensitive city. London. St: John Wiley & Sons, Ltd: 2016, 218 p.

HERZOG, C. P.; ROSA, L.Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. Revista Labverde. São Paulo, v. 10, n. 1, 92-115, set. 2010.

HOWE, Carol; MITCHELL, Cynthia. Water sensitive cities. London. IWA Publishing: 2012, 278 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades. IBGE, Rio de Janeiro, 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Regiões de Influências das Cidades. IBGE, Rio de Janeiro, 2018.

MENDONÇA, Eneida Maria Souza. Sistema de espaços livres e forma urbana na ilha de Vitória, Espírito Santo, Brasil. Paisagem e Ambiente : Ensaios, São Paulo, n. 33, p. 67-82, 2014.

NALI, Jôze Oliveira. Elevação do nível do mar no município de Vitória - ES: vulnerabilidades, impactos e possíveis ações de resposta. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2011.

NUNES, Riane Torres Santiago. Métodos para inserção de técnicas em gestão de águas pluviais no processo de planejamento e desenho urbano: estudos de caso em Guarantã do Norte, na Região Amazônica brasileira, e na Região Metropolitana de Melbourne, Austrália. Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2011.

PARANÁ. Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba. Curitiba: SUDERHSA, 2002.

PASSOS, Rafael de Melo. Rede hídrica e urbanização: o córrego Jucutuquara na paisagem urbana de Vitória - ES. Dissertação de mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, 2015.

PLANO DIRETOR DE DRENAGEM URBANA. Manual de drenagem urbana. Prefeitura Municipal de Porto Alegre. Porto Alegre, 2005.

PLANO DIRETOR DE MANEJO DE ÁGUAS PLUVIAIS DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO. Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro, 2015.

PLANO MUNICIPAL DE SANEAMENTO BÁSICO. Prefeitura Municipal de Vitória. Vitória, 2015.

POMPÊO, Cesar Augusto. Drenagem urbana sustentável. Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v. 5, n. 1, p. 15-23, jan./mar. 2000.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Dados geográficos. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/geograficos.asp>. Acesso em: 21 abril 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Perfil Socioeconômico. Disponível em: <http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/geral/perfil.asp>. Acesso em: 21 abril 2020.

PREFEITURA MUNICIPAL DE VITÓRIA. Reservas ecológicas. Disponível em: http://legado.vitoria.es.gov.br/regionais/dados_area/meio/equipamentos/reservas.asp. Acesso em: 07 outubro 2020.

PROGRAMA DE PESQUISA EM SANEAMENTO BÁSICO. Manejo de águas pluviais urbanas. Editora Abes, Rio de Janeiro, 2009.

RIBEIRO, Alessandro Mendes. BMP'S em drenagem urbana – aplicabilidade em cidades brasileiras. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.

RIGHETTO, A. M.; GOMES, K. M.; FREITAS, F. R. S. Poluição difusa nas águas pluviais de uma bacia de drenagem urbana. Revista Engenharia Sanitária e Ambiental, Rio de Janeiro, v.22, n.6, p. 1109-1120, nov/dez 2017.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C. A dimensão socioambiental da ocupação dos fundos de vale urbanos no município de São Paulo. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

TRAVASSOS, Luciana R. F. C. Novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TOMINAGA, Erika Naomi de Souza. Urbanização e cheias: medidas de controle na fonte. Dissertação de mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

TUCCI, Carlos E. M. Gestão da drenagem urbana/Carlos E. M. Tucci. Brasília, DF: CEPAL. Escritório no Brasil/IPEA, 2012. (Textos para Discussão CEPAL-IPEA, 48). 50p.