



## Produto P4.2

TOMO V - ÁREAS LIVRES E  
ANÁLISE INTEGRADA

PDCV-RE-P04-2-005-R0

Novembro, 2021



## PLANO DIRETOR DE ÁGUAS URBANAS

REGIÃO METROPOLITANA  
DA GRANDE VITÓRIA  
(PDAU-RMGV)

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

ELABORADO POR

CONSÓRCIO TETRA TECH - CONCREMAT



## CONTRATANTE:

COMPANHIA ESPÍRITO

SANTENSE DE SANEAMENTO



GOVERNO DO ESTADO  
DO ESPÍRITO SANTO

COMITÊ DIRETIVO DO PROGRAMA DE GESTÃO INTEGRADA DAS ÁGUAS E  
DA PAISAGEM Projeto BIRD Empréstimo N° 8355 – BR

CONTRATO

CT00162020

## DATA DE INÍCIO DO CONTRATO

08 de junho de 2020

## CONCLUSÃO PREVISTA

08 de junho de 2022

# Sumário

1	Áreas Livres para a Implantação de Medidas de Controle de Cheias.....	7
1.1	Metodologia .....	8
1.2	Apresentação dos resultados.....	16
1.2.1	Cariacica.....	17
1.2.2	Fundão.....	20
1.2.3	Guarapari.....	22
1.2.4	Serra.....	24
1.2.5	Viana.....	27
1.2.6	Vila Velha .....	29
1.2.7	Vitória.....	34
1.3	Considerações Finais.....	38
2	Considerações Finais e Análise Integrada .....	39
2.1	Diagnóstico.....	39
2.2	ÁGUAS e a RMGV .....	42

## Índice de Figuras

Figura 1 – Exemplo de sobreposição da mancha de inundação com área urbana – destaque de Viana .....	11
Figura 2 – Exemplo de área livre identificada– destaque de Viana.....	12
Figura 3 – Áreas Livres do Município de Cariacica .....	19
Figura 4 – Áreas Livres do Município de Fundão.....	21
Figura 5 – Áreas Livres do Município de Guarapari .....	23
Figura 6 – Áreas Livres do Município de Serra.....	26
Figura 7 – Áreas Livres do Município de Viana.....	28
Figura 8 – Áreas Livres do Município de Vila Velha .....	33
Figura 9 – Áreas Livres do Município de Vitória.....	37
Figura 10 – Enchente na praia de Itapoã, Vila Velha, em 1960.....	43
Figura 11 – Enchente na praia em Vila Velha em 1960 .....	44

## Índice de Tabelas

Tabela 1 – Quadro resumo dos critérios adotados para a seleção das áreas livres identificadas para o PDAU-RMGV.....	14
Tabela 2 – Resumo das Áreas Identificadas por Município .....	17
Tabela 3 – Identificação das Áreas Livres do Município de Cariacica.....	18
Tabela 4 – Identificação das Áreas Livres do Município de Fundão .....	20
Tabela 5 – Identificação das Áreas Livres do Município de Guarapari.....	22
Tabela 6 – Identificação das Áreas Livres do Município de Serra .....	24
Tabela 7 – Identificação das Áreas Livres do Município de Viana .....	27
Tabela 8 – Identificação das Áreas Livres do Município de Vila Velha.....	29
Tabela 9 – Identificação das Áreas Livres do Município de Vitória .....	34

## **Acrônimos**

APP – Área de Preservação Permanente

IDH – Índice de Desenvolvimento Humano

LID – Low-Impact Development

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

RMGV - Região Metropolitana da Grande Vitória, composta pelos municípios: Cariacica, Fundão, Guarapari, Serra, Viana, Vila Velha e Vitória.

SbN – Soluções Baseadas na Natureza

TR – Tempo de Recorrência

UC – Unidade de Conservação

UTAP – Unidades Territoriais de Análise e Planejamento

## **Apresentação**

O Consórcio Tetra Tech - CONCREMAT apresenta à Companhia Espírito Santense de Saneamento (CESAN) o Diagnóstico das Medidas Não Estruturais de Manejo de Águas Pluviais Urbanas da Região Metropolitana de Vitória (PDAU-RMGV), objeto do Contrato nº CT00162020.

O PDAU-RMGV contempla os produtos relacionados a seguir, com destaque ao produto apresentado neste relatório:

P1: Plano de Trabalho Consolidado (M1)

P2: Base Georreferenciada de Dados (M1)

P3.1: Levantamento de Dados e Informações Secundárias (M1)

P3.2: Levantamento de Dados e Informações Primárias (M2)

P4.1: Diagnóstico Físico Prévio (M1)

**P4.2: Diagnóstico Físico Final (M2)**

P5: Diagnóstico das Medidas Não Estruturais (M1)

P6.1: Cenários Prévios de Desenvolvimento Urbano (M1)

P6.2: Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais (M2)

P7: Proposta para a Gestão das Águas na RMGV (M2)

P8: Programas (M2)

P9: Plano de Ação (M2)

P10: Mobilização Social (M2)

P11: Relatório Final (M2)

O presente produto, Tomo V, traz dois elementos principais: identificação de áreas livres para a implantação de medidas de controle de cheias e análise integrada da dinâmica das águas urbanas da RMGV.

O capítulo 1 apresenta as áreas livres para a implantação de medidas de controle de cheias identificadas a partir do cruzamento das áreas urbanas com as manchas de inundação. Esse trabalho traz subsídios que serão utilizados e aperfeiçoados no Produto 6.2. Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais.

O capítulo 2 contém uma análise integrada da dinâmica das águas urbanas da RMGV. Os variados aspectos apresentados nos demais Tomos deste produto além dos elementos levantados no Produto 4.1 Diagnóstico Físico Prévio são analisados, buscando compor um quadro geral dos aspectos principais das inundações urbanas da RMGV.

# **1 Áreas Livres para a Implantação de Medidas de Controle de Cheias**

A proposição de medidas estruturais e não estruturais aos problemas das inundações da RMGV passa pela identificação de áreas livres para a implantação de medidas de controle de cheias. Este produto tem o objetivo de identificar de forma preliminar essas áreas, a partir da análise cartográfica do cruzamento das manchas de inundação com a ocupação urbana nos municípios envolvidos e com base nos dados e informações apresentadas em outros relatórios.

Esse estudo tem a finalidade é subsidiar as decisões referentes às soluções a serem implantadas em cada uma das UTAPs desenvolvidas no Produto P6.2. Proposição de Medidas Estruturais e Não Estruturais.

Considerando esse objetivo, as medidas de manejo das inundações propostas apoiam-se em conceitos adotados na atualidade, indo além dos paradigmas da engenharia convencional de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Procura-se dentro dos limites físicos e urbanos trabalhar com as águas pluviais preferencialmente onde se precipitam. As áreas livres têm um papel fundamental nesse processo.

Por outro lado, os sistemas convencionais de infraestrutura em drenagem concentram o escoamento em instalações de captação e despacham o escoamento superficial muitas vezes poluído para outro local a jusante. Assim, em geral simplesmente transferem o volume de escoamento superficial que carrega resíduos e poluição para pontos mais baixos numa sequência que termina sempre em corpos d'água e, no caso da RMGV, no mar.

Os paradigmas mais atuais propõem a adoção de medidas de controle das chuvas de início no local onde se precipitam. São unidades que sustentam o regime hidrológico natural, utilizando técnicas para infiltração, filtragem, armazenamento e evaporação do escoamento de águas pluviais, sendo que em algumas situações até o tratamento é realizado para reduzir a carga poluidora. Utilizando como recurso muitas vezes a própria vegetação, essas unidades reestabelecem ou promovem a infiltração da água pluvial, de modo a garantir a capacidade suporte das redes de infraestruturas já instaladas.

Essas soluções operam em conjunto com novas medidas, logo com o intuito de recompor a integridade dos ciclos hidrológicos, fundamental para o suprimento natural de água e, ainda, criam espaços de convívio e lazer para as populações urbanas. Também abre a oportunidade de uso não potável da água pluvial em qualquer lote, mais simples que o reúso de águas cinzas, p.ex., que depende de alguma forma de tratamento ainda que simples. Essas medidas, também conhecidas como medidas de baixo impacto (Low Impact Development – LID) ou Soluções Baseadas na Natureza (SBN), adotam três princípios: retardar, espalhar e infiltrar as águas pluviais através das áreas livres. Essa solução é diferente das

atualmente utilizadas na RMGV que partem da impermeabilização e aceleração das águas conforme a urbanização atual.

Essas medidas têm como benefícios: maximizar a infiltração e diminuir o escoamento superficial; retomar a biodiversidade das paisagens fluviais (áreas úmidas) e estabelecer a conectividade das redes de drenagem existentes com a paisagem, contribuindo, assim para uma cidade mais agradável, confortável e para o convívio humano inclusive com as águas.

A implantação das Soluções baseadas na Natureza (SbNs) promoverá benefícios ambientais, sociais e culturais às cidades e suas populações pois, as características desses espaços urbanos assemelham-se aos parques lineares ou outras áreas públicas, como visto. Mais uma vez, são áreas livres, mas não sem função. Essas áreas poderão conter além das estruturas de drenagem (áreas de captação, áreas permeáveis, locais de reservação, interligação com as redes hídricas existentes etc.) outros equipamentos destinados a práticas de esporte ou mobiliários urbanos de lazer e contemplação, desde que resistentes e preparados perante as inundações.

Toda essa introdução ao menos serve de alerta para que a expansão urbana nos municípios que compõem a RMGV tenha os benefícios mencionados e da importância para que efetivamente ocorra uma mudança de paradigma perante as águas urbanas. A água não pode ser inimiga da urbanização, mas um elemento essencial para salubridade ambiental, logo para a vida das pessoas e as áreas livres são essenciais para essa finalidade.

## **1.1 Metodologia**

O primeiro desafio que se apresenta para a determinação de áreas passíveis de implantação de medidas de controle, como o amortecimento de cheias, é, precisamente, estabelecer critérios adequados para que a solução do problema das enchentes não crie outros problemas de natureza urbanístico-ambiental. O volume de águas trazido pelas chuvas é “aquele” que pode ser conhecido por vários métodos disponíveis, inclusive o apresentado no modelo colocado no Tomo I com variações da frequência de ocorrência. Querendo ou não, a água vai ocupar espaços que se antes eram naturais e livres, hoje podem se apresentar urbanizados e as soluções usuais da urbanização da forma usual pressupõem a impermeabilização e a aceleração para jusante, mas isso é adequado para a RMGV? Colocar um dique ao longo do rio Formosa evita a inundação onde foi construído, mas transfere o volume de enchente para outras áreas a jusante. É essa a solução que se quer, parcial e não integrada? O PDAU pressupõe uma visão e uma solução sistêmica dos problemas apresentados.

Para tanto, buscou-se definir uma metodologia de análise que desse suporte adequado para seleção de áreas livres adequadas à implantação de medidas de controle de inundações, fundamentada nos conceitos das dimensões da sustentabilidade e nas medidas de contenção de riscos, conforme apoio da literatura

técnica e científica.

Considerando o caráter sistêmico das dinâmicas hidrológicas e que os efeitos e impactos decorrentes do processo de urbanização resultam da ação de múltiplos fatores que interagem, desde o desmatamento às mudanças climáticas (Ribeiro; Buckeridge, 2018, p.15), se adota como referência metodológica os estudos das relações entre as questões ambientais e urbanas por meio de distintas dimensões da sustentabilidade.

Alvim et al (2020) discutem as múltiplas dimensões da sustentabilidade a partir das definições de Sachs (1993; 2002) que considera oito dimensões da sustentabilidade: Social, Cultural, Ecológica, Ambiental; Territorial, Econômica e Política (nacional e (internacional). Magnaghi (2005) reinterpreta essas dimensões, agrupando-as, propondo cinco: Social, Econômica, Ambiental, Territorial e Política. Alvim et al (2020) apresenta um agrupamento das dimensões sociais e econômicas, definindo em quatro as dimensões a serem analisadas e seus respectivos componentes:

1. Dimensão político-institucional que agrega como componentes: políticas públicas, marcos legais, instrumentos, estrutura administrativa, instâncias de participação, orçamento e financiamento, monitoramento, avaliação e controle.
2. Dimensão urbanística agrega os seguintes componentes: unidade socioespacial de análise; habitação; espaços públicos; mobilidade / acessibilidade; infraestrutura urbana; e equipamentos sociais
3. Dimensão ambiental agrega os seguintes componentes: situação ambiental do assentamento, medidas de proteção e/ou mitigadoras, novos impactos socioambientais. O manejo de águas pluviais urbanas aqui se enquadraria.
4. Dimensão socioeconômica agrega os seguintes componentes: situação socioeconômica do assentamento, organização social e política, impactos socioeconômicos decorrentes do projeto

Essas quatro dimensões foram adotadas como base e fundamento para a construção de uma metodologia de análise e seleção para a escolha das áreas destinadas a implantação de medidas de controle de enchentes neste PDAU. Mais uma vez, são áreas livres, mas com múltiplas funções.

Outra determinação refere-se à escolha das unidades de análise adequadas, ou seja, a escala de trabalho. Como esses estudos requerem análise das características físicas e urbanísticas das áreas selecionadas, tendo em vista, como exposto nesta seção, a garantia da segurança para a implantação das medidas de controle das águas pluviais, a unidade de análise a ser adotada será a das sub-bacias hidrográficas por estar mais próxima aos territórios ocupados, sejam esses urbanizados, em processo de urbanização ou com usos não-urbanos.

Considerando que a finalidade da seleção dessas áreas livres é de prover o PDAU de opções para implantação de medidas de amortecimentos de águas pluviais que

reduzam os impactos das inundações, determinou-se como critério básico para escolha dos locais a partir de informações já produzidas nesse trabalho, a constar:

1. As manchas de inundação.
2. As áreas de urbanização consolidada.
3. Os perímetros das sub bacias hidrográficas.

Entende-se que a relação áreas inundáveis versus urbanização seja fundamental para a seleção dos locais destinados à implantação de medidas de amortecimento e controle das águas pluviais. Essas informações, especializadas pelos sistemas de geoprocessamento, deram as bases para construção das Bases Cartográficas de análise.

Definidos os critérios de localização para a seleção das áreas livres, buscou-se determinar também fatores fisiográficos específicos, considerando as dinâmicas hidráulicas e seus condicionantes.

Procurou-se selecionar áreas localizadas nas cabeceiras ou porção média das bacias para que possam cumprir a função de reter e reduzir os volumes de escoamento; e que não promovam impactos ou apresentem riscos às atividades e usos do solo nas áreas próximas, preservando a vida humana e as qualidades ambientais da paisagem.

## **ETAPAS DOS LEVANTAMENTOS E DA SELEÇÃO DAS ÁREAS**

O trabalho divide-se em quatro etapas, sendo:

1. Coleta de dados para a elaboração das cartografias base com áreas livres.
2. Seleção das áreas livres.
3. Análises das áreas selecionadas.
4. Mapeamento cartográfico das áreas livres.

As etapas 1 e 2 foram desenvolvidas neste relatório, enquanto a etapa 3 e 4 são objetos do Produto 6.2, no qual são propostas as medidas estruturais e não estruturais do PDAU. A metodologia adotada para cada etapa é a seguinte:

### **ETAPA 1- COLETA DE DADOS PARA A ELABORAÇÃO DAS CARTOGRAFIAS BASE COM ÁREAS LIVRES**

Essa etapa se destina a organizar as bases de dados para construção das cartografias analíticas com o objetivo de identificar áreas livres compatíveis para a implantação de medidas de retenção e infiltração destinadas a promover a redução de escoamento e o controle de cheias. Lembrando, áreas livres, mas não sem função perante o manejo de águas pluviais urbanas.

A elaboração das bases cartográficas de análise sobrepõe as camadas com informações das manchas de inundação e das manchas de urbanização para

identificação de áreas críticas. O resultado da modelagem hidráulica-hidrológica para o cenário futuro de 2040, considerando o TR 100, foi adotado como critério para nortear a sobreposição das manchas de inundação com as áreas urbanas. A Figura 1 a seguir traz um exemplo da análise desenvolvida nesta etapa. Este processo foi realizado para cada um dos sete municípios da RMGV.



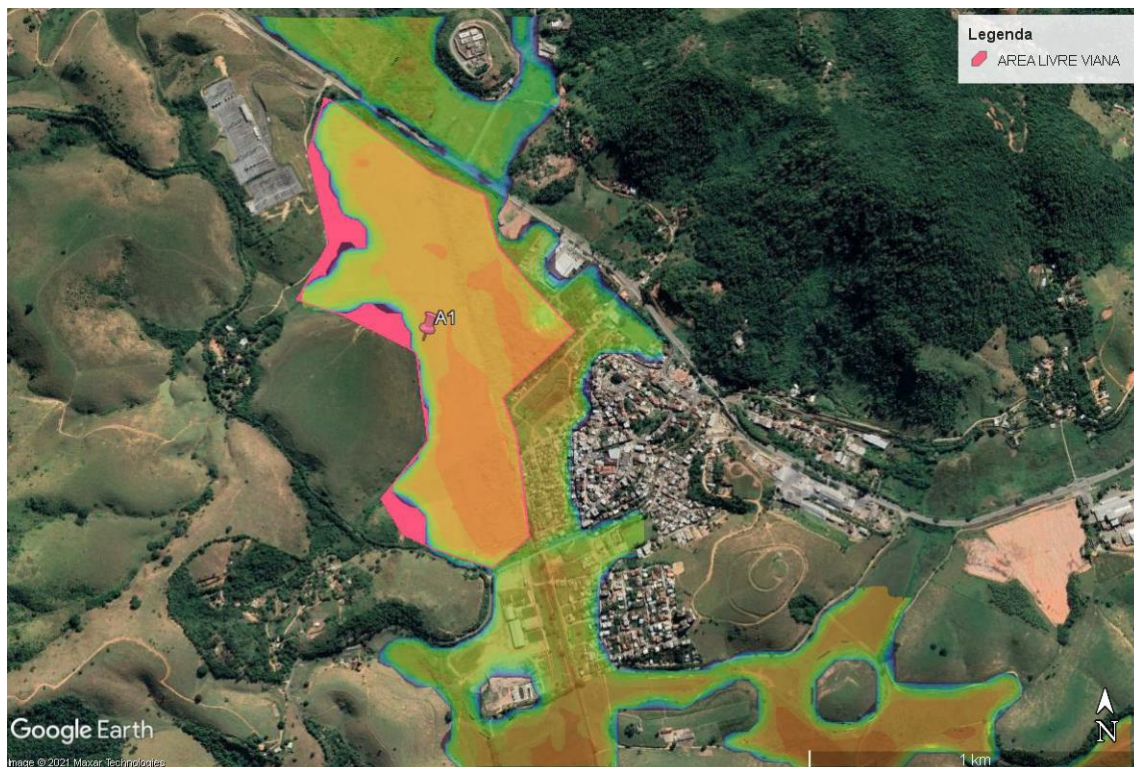
**Figura 1 – Exemplo de sobreposição da mancha de inundação com área urbana – destaque de Viana**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

## **ETAPA 2- SELEÇÃO DAS ÁREAS LIVRES**

Foram adotados como critério de seleção aspectos sociodemográficos determinados por índices de densidade demográfica, IDH e características da urbanização tais como: presença de assentamentos precários ou de outras não conformidades que exponham seus usuários a situações de risco.

São consideradas áreas críticas as regiões onde há sobreposições de manchas de inundação com áreas urbanizadas, representando riscos à vida humana e prejuízos de várias ordens. A partir da identificação realizada na etapa 1, exemplificada na Figura 1, foi possível se obter o traçado de uma área livre, como indicado na Figura 2.



**Figura 2 – Exemplo de área livre identificada– destaque de Viana**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

O processo foi realizado para cada um dos sete municípios da RMGV, estando os resultados detalhados na seção 1.2. São apresentadas as cartografias resultantes da identificação dessas áreas além de um breve descritivo sobre os locais identificados.

**ETAPA 3 - ANÁLISE DAS ÁREAS SELECIONADAS** Com os objetivos de subsidiar as análises de viabilidade técnico-financeira e determinar uma ordem de prioridade para a implantação de medidas de amortecimento das águas pluviais nas áreas selecionadas, são consideradas informações dentro de três dimensões da sustentabilidade: ambientais, urbanísticas e político institucionais.

Em relação à dimensão ambiental, foram consideradas informações de natureza do solo e fisiográficas, ou seja, dados de natureza:

- pedológica
- geológica
- hidrográfica
- topográfica
- declividade
- fatores hidro climáticos

Referente à dimensão urbanística, são relevantes as informações:

- redes de infraestrutura urbana (drenagem, saneamento)
- % de áreas ocupadas x áreas livres
- características de uso do solo
- áreas protegidas (APPs, UCs etc.)
- áreas de risco hidrológico, geológico, tecnológico (dutos e fluídos)
- presença de assentamentos precários
- situação fundiária
- tendências da urbanização (pressões imobiliárias).

Por fim, quanto à dimensão político-institucional adotaram-se:

- planos ou programas urbanísticos
- planos ou programas setoriais.

A Tabela 1 a seguir resume os critérios selecionados e as justificativas dessas seleções, considerando os objetivos pretendidos.

**Tabela 1 – Quadro resumo dos critérios adotados para a seleção das áreas livres identificadas para o PDAU-RMGV**

<b>QUADRO RESUMO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A SELEÇÃO DAS ÁREAS LIVRES IDENTIFICADAS PARA O PDAU-RMGV</b>		
<b>Dimensão</b>	<b>Seleção de critérios</b>	
	<b>Critério</b>	<b>Justificativas</b>
<b>AMBIENTAL</b>	pedológicas / geológicas	Natureza do solo por meio de índices de permeabilidade e capacidade de suporte
	hidrográficas	Rede hidrográfica local (dimensões, traçado, estabilidade etc.) para garantir fluxo adequado e dirigido do escoamento
	topográficas	Características do relevo para garantir fluxos seguros e controláveis
	declividade	
	fatores hidro climáticos	Padrões pluviométricos e variações sob o efeito de mudanças climáticas
	manchas de inundação	Existência ou proximidade de áreas de inundação
<b>URBANÍSTICA</b>	manchas de urbanização	Existência de áreas de urbanização consolidada ou em consolidação
	redes de infraestrutura urbana (drenagem, saneamento)	Existência de redes de drenagem para garantir encaminhamento adequado do escoamento às estruturas de controle a serem implantadas
	% de áreas ocupadas x áreas livres	Na escala das bacias hidrográficas críticas, considerar os percentuais de áreas ocupadas e de áreas livres
	características de uso do solo	Diferentes formas de apropriação do solo, tipos de uso, densidades demográficas etc.

<b>QUADRO RESUMO DOS CRITÉRIOS ADOTADOS PARA A SELEÇÃO DAS ÁREAS LIVRES IDENTIFICADAS PARA O PDUAR-MGV</b>		
<b>Dimensão</b>	<b>Seleção de critérios</b>	
	<b>Critério</b>	<b>Justificativas</b>
	áreas protegidas (APPs, UCs)	Existência de áreas protegidas nos limites das bacias críticas
	áreas de risco hidrológico, geológico, tecnológico (dutos e fluídos)	Existência de áreas de risco nos limites das bacias críticas
	assentamentos precários	Presença de assentamentos precários nos limites das bacias críticas, levando em conta a questão de riscos e da qualidade das águas
	situação fundiária	Natureza fundiária das áreas livres identificadas, se públicas ou privadas, para garantir viabilidade financeira e econômica às medidas propostas
	tendências da urbanização (pressões imobiliárias)	Tendências de urbanização identificadas com vistas a possíveis efeitos dessas pressões em cenários futuros
<b>POLÍTICO- INSTITUCIONAL</b>	planos ou programas urbanísticos	Diretrizes ou programas de natureza urbanística existentes no âmbito das municipalidades nos limites das bacias críticas
	planos ou programas setoriais	Existência de diretrizes ou programas de ordem setorial (águas, saneamento e outros) existentes, no âmbito dos governos estadual e federal nos limites das bacias críticas

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

Adicionalmente, é fundamental a consulta aos entes públicos, como as Prefeituras Municipais e demais órgãos que atuam no planejamento e gestão territorial.

Esta etapa será realizada no Produto 6.2, quando da seleção das áreas para a implantação de medidas de controles de cheias.

#### **ETAPA 4- MAPEAMENTO CARTOGRÁFICO DAS ÁRES LIVRES**

Destinada à elaboração do Relatório final e da cartografia síntese com espacialização georreferenciada dos dados acima descritos. Essa etapa se destina à análise da viabilidade técnico-financeira de acordo com os seguintes critérios:

- adequação às características fisiográficas,
- adequação às características urbanísticas,
- dimensões das áreas,
- características de permeabilidade (retenção ou infiltração),
- determinação de uma cota referencial,
- situação fundiária (terrenos públicos ou privados),
- situações de risco.

Do ponto de vista técnico, considerando as dinâmicas hidráulicas e hidrológicas, mas com o objetivo de promover amortecimento dos impactos das inundações de picos de escoamento, é importante determinar a localização em relação à totalidade da área da bacia, preferencialmente selecionando áreas a montante das áreas de risco de inundação ou áreas naturalmente inundáveis.

Essas análises criam subsídios para a determinação das especificidades das medidas a implantar, conforme análise das equipes de engenharia, a partir da modelagem hidráulica-hidrológica.

## **1.2 Apresentação dos resultados**

As análises elaboradas neste relatório resultaram na identificação de uma série de “áreas livres” passíveis de implantação de medidas estruturais ou não para a drenagem e o manejo de águas pluviais destinadas à contenção dos impactos de inundações e empoçamentos nas zonas urbanas dos municípios da RMGV.

Como forma de organização das informações, foram elaborados registros nas bases cartográficas identificando a localização e os perímetros dessas áreas por município. Esses registros são apresentados em tabelas onde cada área recebeu uma numeração associada à identificação da localização e a uma suposta situação fundiária.

Ainda, é importante ressaltar que esta etapa precede os estudos hidrológicos, pedológicos e outros de natureza específica para avaliar a real adequação e

viabilidade do uso dessas áreas para a construção de uma rede de suporte e contenção dos impactos das inundações e empoçamentos nos referidos municípios. No desenvolvimento das soluções específicas referentes ao Produto 6.2 – Propostas de Medidas Estruturais e Não Estruturais, essas informações serão detalhadas e consideradas, logo a apresentação aqui é de caráter preliminar, enfim uma pré-seleção de acordo com os objetivos apresentados no início deste tomo e de acordo com a metodologia implantada.

A Tabela 12 a seguir traz um resumo das áreas identificadas por município com uma caracterização geral e o quantitativo de áreas e extensão total estimada.

**Tabela 2 – Resumo das Áreas Identificadas por Município**

<b>Município</b>	<b>Nº de Áreas Identificadas</b>	<b>Extensão Total (m²)</b>
Cariacica	7	2.110.000 m²
Fundão	3	265.000 m²
Guarapari	7	2.435.000 m²
Serra	10	815.000 m²
Viana	5	2.520.000 m²
Vila Velha	48	16.390.100 m²
Vitória	33	192.100 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

A seguir, apresenta-se as características das áreas identificadas bem como as imagens de satélite baseada no Google Earth mostrando as respectivas localizações.

### **1.2.1 Cariacica**

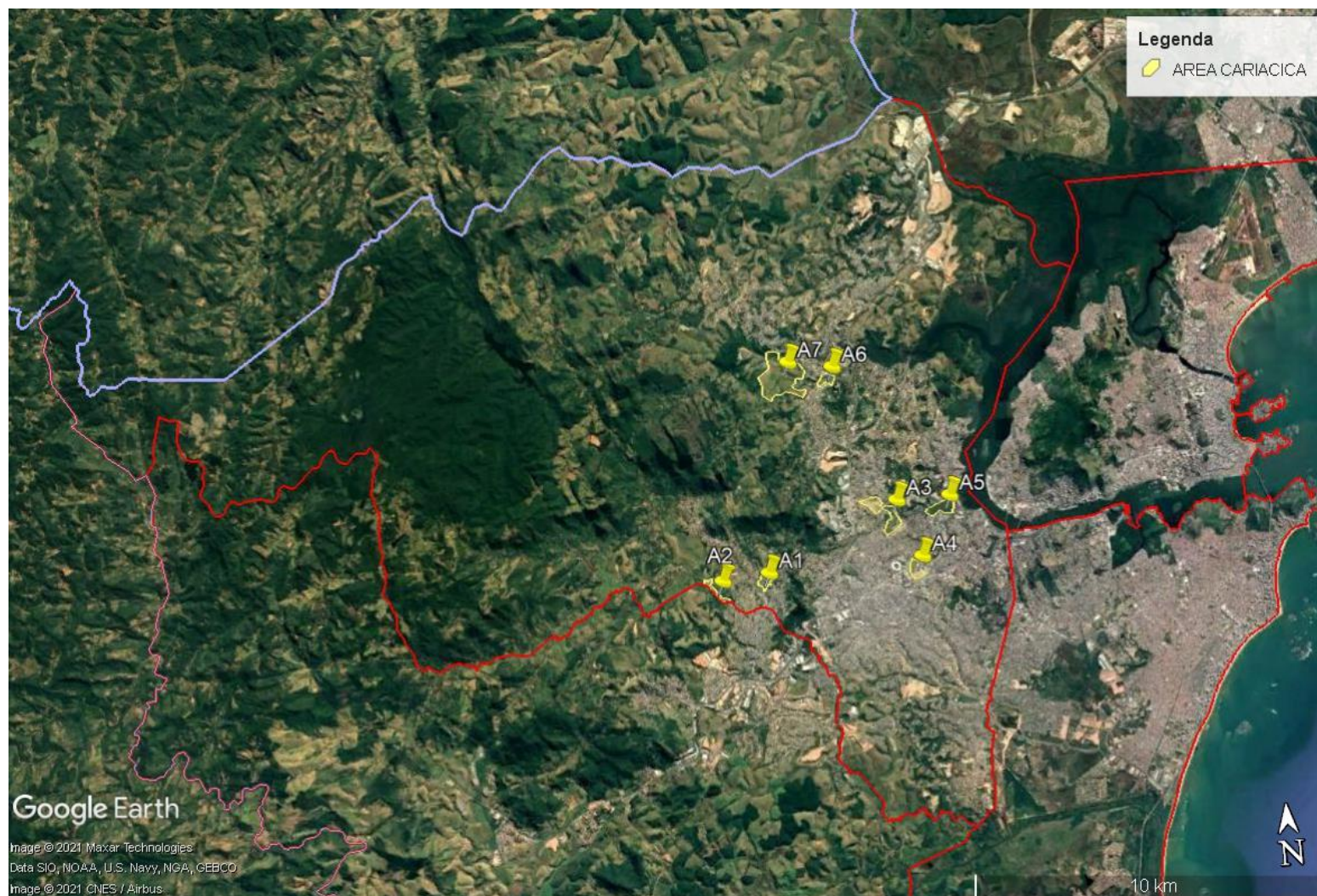
As áreas selecionadas no município de Cariacica seguiram a metodologia proposta sendo observadas algumas características como: a proximidade das áreas urbanizadas, a proximidade ou existência de inundações lindeiras, a dimensão das áreas e sua capacidade de absorver infraestrutura de contenção de inundações e principalmente áreas que aparentemente não causariam impacto no crescimento urbanístico planejado ou espontâneo do município.

A Tabela 3 e a Figura 3 apresentam as áreas livres identificadas no município de Cariacica.

**Tabela 3 – Identificação das Áreas Livres do Município de Cariacica**

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
Área 1	AV. SÃO JOSÉ - área verde com manchas de inundação próxima a Av. São José.	100.000 m²
Área 2	RIO FORMATE – APP ao longo do Rio Formate.	110.000 m²
Área 3	NOVA VALVERDE - área descoberta e área campestre nas proximidades do Bairro Valverde	400.000 m²
Área 4	AV. MARIO GURGEL - área descoberta ao longo da Av. Mario Gurgel.	150.000 m²
Área 5	PORTO VELHO - área verde na região de Porto Velho, próximo a Av. Vale do Rio Doce.	240.000 m²
Área 6	RODOVIA GOV. JOSÉ HENRIQUE SETTE - área descoberta ao lado da MB Importação e Distribuição LTDA	110.000 m²
Área 7	RIO BUBU - área descoberta ao longo do Rio Bubu, próxima a penitenciária feminina de Cariacica.	1.000.000 m²
Total		2.110.000 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 3 – Áreas Livres do Município de Cariacica**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.2 Fundão

Na região da sede do município de Fundão identificou-se um fundo de vale do rio Fundão com áreas inundáveis. Dadas as características fisiográficas e urbanísticas, foi possível identificar áreas livres nas bordas das áreas urbanizadas atingidas, dotadas de dimensões capazes de absorver medidas de controle de inundações que permitiriam limitar o crescimento urbanístico do município sobre essas áreas, dotando-as, simultaneamente, de equipamentos públicos de lazer, esportes e fruição da natureza.

A Tabela 4 e a Figura 4 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 4 – Identificação das Áreas Livres do Município de Fundão**

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
Área 1	APP rio Fundão/ área urbana + Campo de futebol Centro	105.000 m²
Área 2	APP rio Fundão + área rural Floresta	110.000 m²
Área 3	APP afluente rio Fundão / área urbana (fundo de vale) + Campo de futebol Santa Marta	50.000 m²
Total		265.000 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 4 – Áreas Livres do Município de Fundão**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.3 Guarapari

Nas áreas selecionadas no município de Guarapari foram observadas algumas características peculiares existentes como uma grande extensão do território formada por lagoas e áreas propensas à retenção de águas pluviais que estão tendo suas margens ocupadas por condomínios residências.

Dessa forma, adotaram-se áreas com dimensionamento apropriado para absorver a infraestrutura necessária para a contenção de inundações, sendo que a própria condição do território será impeditiva de maior ocupação urbana pela natureza local. A ocupação e o crescimento urbano de Guarapari deverá ser objeto de planejamento atento e de desenho urbano considerando tais condicionantes

A Tabela 5 e a Figura 5 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 5 – Identificação das Áreas Livres do Município de Guarapari**

Área	Detalhe	Área Estimada (m <sup>2</sup> )
Área 1	RUA ISALTINO ALVES DE SOUZA - área verde nas duas margens da Rua Isaltino Alves de Souza.	75.000 m <sup>2</sup>
Área 2	REGIÃO DA LAGOA - área de fundo de vale com formação de lagoas próxima ao bairro Nova Guarapari.	400.000 m <sup>2</sup>
Área 3	RIO JABUTI - APP ao longo do Rio Jabuti.	160.000 m <sup>2</sup>
Área 4	RIO PEROCÃO - área descoberta próximo ao Rio Perocão.	600.000 m <sup>2</sup>
Área 5	RODOVIA DO SOL / RIO UMA – área descoberta ao longo da Rodovia do Sol nas proximidades do Rio Una.	450.000 m <sup>2</sup>
Área 6	RIO PONTE DOCE – SUL - área descoberta na região sul do Rio Ponte Doce.	250.000 m <sup>2</sup>
Área 7	RIO PONTE DOCE – NORTE - área descoberta na região norte do Rio Ponte Doce.	500.000 m <sup>2</sup>
Total		2.435.000 m <sup>2</sup>

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 5 – Áreas Livres do Município de Guarapari**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.4 Serra

No município de Serra, a aplicação da metodologia, identificou as áreas inundáveis na região leste da mancha urbana. As suas características fisiográficas são favoráveis por situarem-se à montante. Do ponto de vista urbanístico, identificaram-se áreas livres nas bordas das urbanizadas atingidas, também dotadas de dimensões adequadas para implantação de medidas de controle de inundações e restrição da expansão urbana nas mesmas, dotando-as, simultaneamente, de equipamentos públicos de lazer, esportes e fruição da natureza. Observe-se que em algumas dessas regiões há, efetivamente, ausência de áreas públicas com equipamentos de esportes e lazer. Nesse sentido, essas medidas, além de reduzir os impactos das inundações, trarão ainda benefícios sociais à sua população.

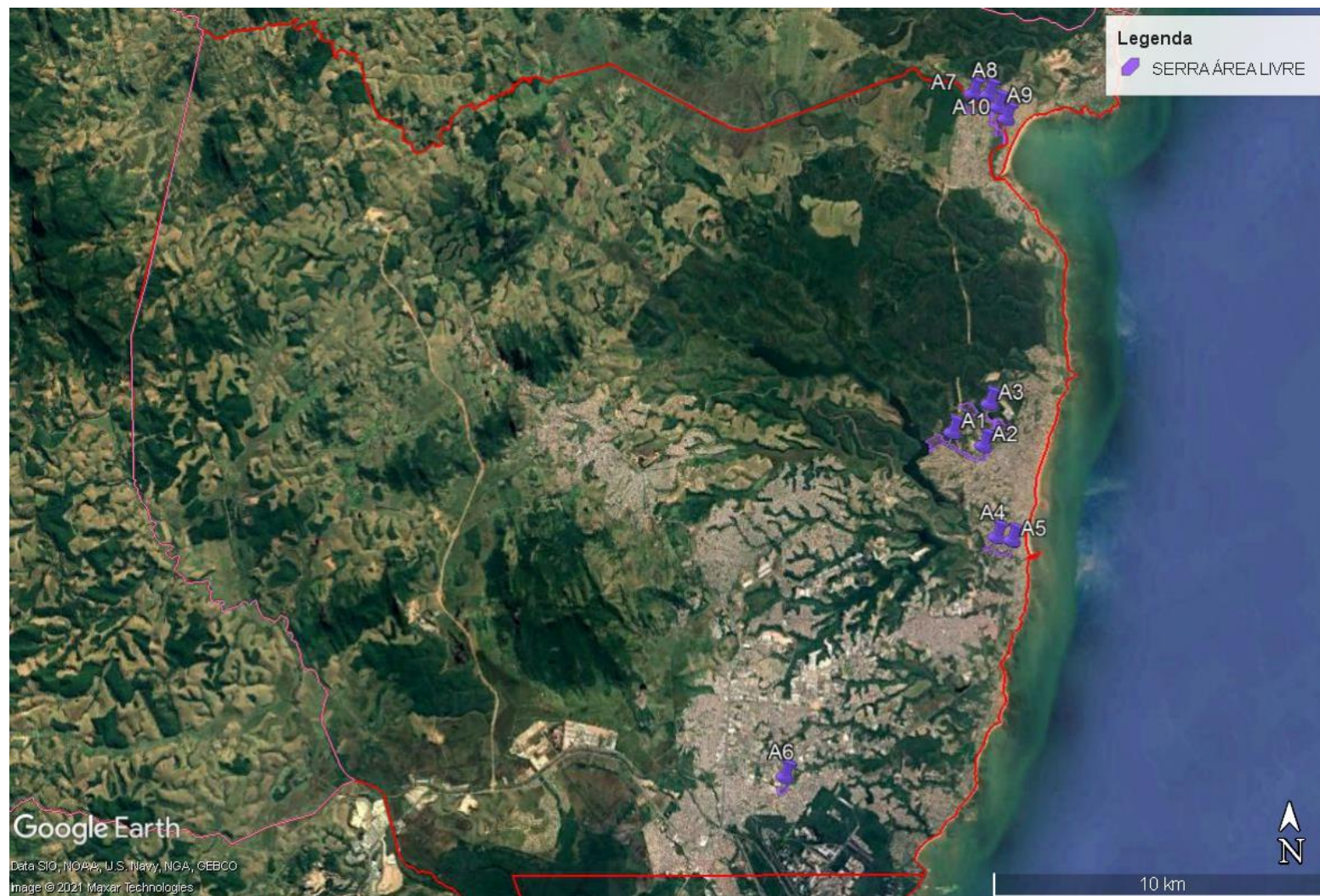
A Tabela 6 e a Figura 6 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 6 – Identificação das Áreas Livres do Município de Serra**

Área	Detalhe	Área Estimada (m <sup>2</sup> )
Área 1	APP + área fundo de vale / limite urbano Jacaraípe	205.000 m <sup>2</sup>
Área 2	APP + área fundo de vale / área urbana Jacaraípe	30.000 m <sup>2</sup>
Área 3	APP áreas de lagoas / limite urbano Jacaraípe	260.000 m <sup>2</sup>
Área 4	APP ribeirão Juara + área livre / área urbana São Pedro	40.000 m <sup>2</sup>
Área 5	APP ribeirão Juara + área vegetação / área urbana São Pedro	25.000 m <sup>2</sup>
Área 6	APP + área livre urbana Jardim Limoeiro	50.000 m <sup>2</sup>
Área 7	APP rio Fundão / área urbana (fundo de vale) Santo Antonio	40.000 m <sup>2</sup>
Área 8	APP rio Fundão + área privada / área urbana litoral Parque das Gaivotas	65.000 m <sup>2</sup>
Área 9	APP rio Fundão + área privada / área urbana litoral Parque das Gaivotas	45.000 m <sup>2</sup>
Área 10	APP rio Fundão / área vegetação Parque das Gaivotas	55.000 m <sup>2</sup>

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
	Total	815.000 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 6 – Áreas Livres do Município de Serra**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.5 Viana

Semelhante a Cariacica, o município de Viana, por suas características de ocupação urbana como cidade dormitório, seguiu a metodologia proposta. Foram observadas as proximidades das áreas urbanizadas, a proximidade ou existência de inundações lindeiras, a dimensão das áreas e sua capacidade de absorver infraestrutura de contenção de inundações e principalmente áreas que aparentemente não causariam impacto no crescimento urbanístico planejado ou espontâneo do município. Constituindo um município de menor ocupação urbana, a existência de áreas com capacidade de absorver essas condições foi facilitada.

A Tabela 7 e a Figura 7 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 7 – Identificação das Áreas Livres do Município de Viana**

Área	Detalhe	Área Estimada (m <sup>2</sup> )
Área 1	BAIRRO SANTO AGOSTINHO – APP nas proximidades do bairro Santo Agostinho.	600.000 m <sup>2</sup>
Área 2	BAIRRO BOM PASTOR - APP nas proximidades do bairro Bom Pastor.	500.000 m <sup>2</sup>
Área 3	RIO FORMATE - ao longo do Rio Formate junto ao Jardim Vila Bethânia.	1.000.000 m <sup>2</sup>
Área 4	COOSSUTRAN - área desocupada próxima a Cooperativa Unidos de Transporte.	280.000 m <sup>2</sup>
Área 5	RIO FORMATE LADO VIANA– APP ao longo do Rio Formate Divisa com o município de Cariacica	140.000 m <sup>2</sup>
Total		2.520.000 m <sup>2</sup>

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 7 – Áreas Livres do Município de Viana**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.6 Vila Velha

O município de Vila Velha, dada suas características fisiográficas e de ocupação urbana densa e consolidada, sofre os maiores impactos das inundações, com grandes extensões de seu território sujeito aos efeitos das chuvas. Essa conjunção de fatores, especialmente a alta taxa de ocupação do solo e impermeabilização de meados do século passado para cá, levou à equipe de urbanistas a identificar áreas livres passíveis de implantação de medidas de controle de enchentes e inundações de forma mais pulverizada, pois à exceção da região do vale fluvial do rio Jucu ao sul, não há grandes extensões de áreas livres no município; o que representou outro desafio ao trabalho.

Desta forma, no município foram consideradas como alternativas às áreas livres, áreas com ocupadas, porém sem edificações, tais como: estacionamentos e campos de futebol, áreas de praças, canteiros centrais em avenidas de fundo de vale e mesmo lotes de terrenos que se encontram, segundo as imagens das imagens de satélite recentes obtidas pelo aplicativo Google Earth, desocupadas. Consideram-se, em muitos desses casos que a implantação de soluções como reservatórios subterrâneos possam ser executadas nessas áreas desde que sejam, logo após, restabelecidos os usos originais. O mesmo critério seria aplicado ainda em relação à situação fundiária dessas áreas que podem receber em seus subsolos, infraestruturas de drenagem, sem que tenham que ser, necessariamente, desapropriadas.

Considerando, como em outros municípios, ausência de áreas públicas com equipamentos de esportes e lazer em certas regiões, a implementação de medidas de controle de enchentes trará benefícios sociais à sua população.

A Tabela 8 e a Figura 8 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 8 – Identificação das Áreas Livres do Município de Vila Velha**

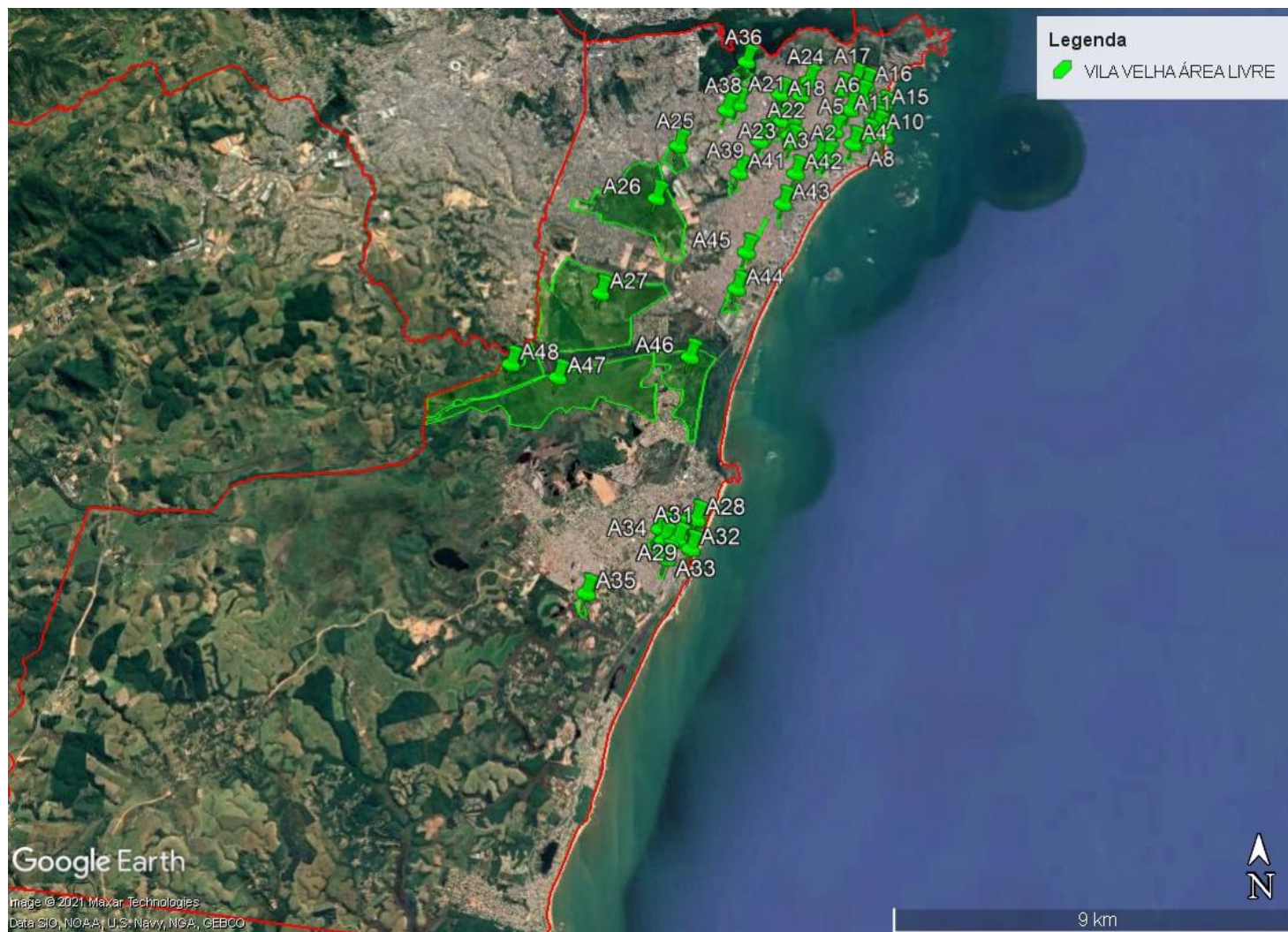
Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
Área 1	Terreno av. dr. Annor da Silva eq. R. 7 de Junho / área privada	7.400 m²
Área 2	Terrenos na av. Delio da Silva eq. r.7 de Junho + Campo de futebol Associação Nacional Esporte Clube / áreas privadas	33.800 m²
Área 3	Estacionamento av. dr. Annor da Silva - Forum de Vila Velha / área pública	6.600 m²
Área 4	Terreno av. profa. Francelina Carneiro Setubal eq. r. Ayrton Senna da Silva / área privada	27.200 m²

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
Área 5	Terreno r. Manoel Freitas Dias esq. Av. Luciano das Neves / área privada	19.000 m²
Área 6	Campo de futebol Esporte Clube Tupy r. Jaime Duarte / área privada	12.000 m²
Área 7	Terreno na Alça da Terceira Ponte / área privada	1.700 m²
Área 8	Terreno av. Antonio Gil Veloso esq. Av. dr. Jair de Andrade / área privada	5.600 m²
Área 9	Terreno R. Humberto Serrano esq. R. Belém	4.200 m²
Área 10	Terreno av. Hugo Mosso esq. Alameda do Amor / área privada	3.300 m²
Área 11	Terreno Alameda do Amor esq. R. São Paulo / área privada	5.800 m²
Área 12	Terreno Alameda do Amor esq. Av. Forta / área privada	2.400 m²
Área 13	Terreno av. Hugo Mosso altura do nº 1695 / área privada	2.400 m²
Área 14	Terreno av. Antonio Gil Veloso altura nº 2262 / área privada	3.000 m²
Área 15	Terreno av. Hugo Musso altura nº 822 / área privada	1.800 m²
Área 16	Terreno av. Cariacia esq. Av José Pena Medina / área privada	1.400 m²
Área 17	Terreno rua Helena Modenesse esq. Alça da Ponte (Colégio Marista) / área privada	66.300 m²
Área 18	Terreno av. Luciano das Neves esq. R. Amarildes Bernardes x av. Cabo Alysson Simões / área privada	14.800 m²
Área 19	Estacionamento e parque R. São Francisco (Centro Distribuição Garoto) / área privada	71.900 m²
Área 20	Terreno r. Antonio Zanotelle x r. João	29.800 m²

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
	Antonio Afonso (IFES) / área pública e privada	
Área 21	Terreno r. dos Expedicionários	6.000 m²
Área 22	Campo de futebol r. Guimarães Junior UMEF prof. Rubens José / área pública	7.000 m²
Área 23	Terreno av. Capixabas esq. R. Ivan Neiva Neves / área privada	4.800 m²
Área 24	Praça entre av. Gonçalves Ledo e r. Eucalipto / área pública	10.200 m²
Área 25	Terrenos av. Carlos Linderberg x Rodovia Darly Santos (trevo) + Terrenos contíguos (Centro Distrib. Logística N. Sra. Da Penha) / áreas públicas e privadas	324.500 m²
Área 26	Terreno (possível reserva ) margem Rio Ariri - Jd Marilandia/ Jd. Sta Clara / Jd. Do Vale / área pública	3.230.000 m²
Área 27	Portal das Garças – a norte da estrada do Dique	4.500.000 m²
Área 28	Terreno Rodovia do Sol esq. R. Rosa de Pirreda / área privada	433.000 m²
Área 29	Terreno rua das Marinhas esq. R. Graciliano Ramos / área privada	69.500 m²
Área 30	Terreno rua das Gaivotas esq. Rua das Marinhas / área privada	11.300 m²
Área 31	Terreno rua das Gaivotas esq. Rua das Marinhas / área privada	10.000 m²
Área 32	Terreno rua Marambaia esq. Rua das Marinhas / área privada	7.700 m²
Área 33	Terreno rua Clementino Soares Vargas x R. Oiti / área privada	12.700 m²
Área 34	Terrenos rua Marajoara + r. Corveta + R. Sereia / área privada	7.500 m²
Área 35	Terreno av. Seringal em frente a r. Juá /	60.000 m²

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
	área privada	
Área 36	Parque Natural Municipal Morro da Mantegueira / área pública	121.500 m²
Área 37	Terreno r. Lidia Dal Col esq. R. João Pinheiro da Silva / área privada	10.100 m²
Área 38	Terreno r. Lidia Dal Col + R. José Ramos de Oliveira + r. Angelo Antonio Fernandes / área privada	10.000 m²
Área 39	Terreno r. Trindade esq. R. João Tomás Junior / área privada	3.700 m²
Área 40	Estádio Benedito Pereira na travessa Fabio Ruschi / área privada	7.700 m²
Área 41	Terreno av. Vitória Regia 1260 (Mineração Rydien / área privada	53.300 m²
Área 42	Campos de futebol - Campo do Tartarugão r. dr. Annor da Silva / área privada	26.000 m²
Área 43	Canteiro central av. João Mendes	12.600 m²
Área 44	Terreno no final da rua Vitória / área privada	100.600 m²
Área 45	Marginal da av. Canal da Costa (av fundo de vale afluyente do Rio Jucu)/ área pública	104.000 m²
Área 46	Área desocupada na foz do Rio Jucu próximo a Estrada do Sol	1.508.000 m²
Área 47	Área desocupada ao sul da Estrada do Dique nas margens do Rio Jucu	4.011.000 m²
Área 48	Area desocupada entre as margens do Rio Jucu e o Rio Formate nas proximidades do Bairro Coqueiral	1.407.000 m²
Total		16.390.100 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 8 – Áreas Livres do Município de Vila Velha**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.2.7 Vitória

Em Vitória, assim como em Vila Velha, as características fisiográficas e de ocupação urbana densa e consolidada, somadas à alta taxa de ocupação do solo, levaram à identificação de áreas livres passíveis de implantação de medidas de controle de inundações e empoçamentos de forma pulverizada.

Também no município, salvo a existência de uma área de grande porte ocupada por uma mineração de situada no centro da área urbanizada, foram consideradas como alternativas às áreas livres, os estacionamentos e campos de futebol, áreas de praças, canteiros centrais em avenidas de fundo de vale e mesmo lotes de terrenos que se encontram, segundo as imagens de satélite recentes obtidas pelo aplicativo Google Earth, desocupadas.

Da mesma forma que em Vila Velha, consideram-se que a implantação de soluções de reservação de reservatórios subterrâneos possam ser executadas em áreas que, logo após, terão restabelecidos seus usos originais. Mesmo em relação à situação fundiária as áreas que poderiam receber infraestruturas de drenagem sem que tenham que ser necessariamente desapropriadas.

Considerando, como em outros municípios da RMGV, a ausência de áreas públicas com equipamentos de esportes e lazer em certas regiões, a implementação de medidas de controle de enchentes traria benefícios sociais à sua população.

A Tabela 9 e a Figura 9 detalham as áreas livres identificadas no município.

**Tabela 9 – Identificação das Áreas Livres do Município de Vitória**

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
Área 1	Pedreira em Santa Luzia / área urbana / privada	21.000 m²
Área 2	Praça av. Leitão da Silva esq. R. Misael Pereira da Silva / área pública	2.600 m²
Área 3	Terreno av. Leitão da Silva (prox. Caixa D'água CESAN / área privada	5.000 m²
Área 4	Terreno av. Av. N. Sra. Penha esq. R. Aleixo Neto / área privada	3.000 m²
Área 5	Praça + Ilha av. Rio Branco esq. Av. N. Sra. Penha / área pública	700 m²
Área 6	Praça + Ilha av. Rio Branco esq. Av. N. Sra. Penha / área pública	200 m²
Área 7	Praça Av. N. Sra. Penha altura nº 379 /	600 m²

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
	área pública	
Área 8	Campo de futebol - R. Eurico de Aguiar esq. R. Aleixo neto / área pública	6.000 m²
Área 9	Estacionamento Secretaria de Obras - Gerencia regional 5 / área pública	1.000 m²
Área 10	Campo de futebol - Society Bate Bola Vix / área privada	3.000 m²
Área 11	Estacionamento Radio e Televisão Espírito santo / área pública	32.000 m²
Área 12	Estacionamento Secretaria Municipal de Assistencia Social/ area pública	20.000 m²
Área 13	Praça Dr. Demócrito freitas / área pública	3.500 m²
Área 14	Estacionamento Secretaria de Estado da Educação av. Cesar Hilal/ área pública	5.000 m²
Área 15	Praça Prefeito Oswald Guimarães av.Cesar Hilal / área pública	4.500 m²
Área 16	Praça dos Engenheiros Av. Cesar Hilal / área pública	2.600 m²
Área 17	Canteiro central da A. Cesar Hilal entre Praça Pref. Oswald Guimarães e A. Joubert de Barros / área pública	1.200 m²
Área 18	Canteiro central da A. Cesar Hilal entre Av. Joubert de Barros e Av. Jair Etienne Dessaune / área pública	1.500 m²
Área 19	Estádio Salvador Venâncio da Costa / área privada	28.500 m²
Área 20	Praça Asdrubal Soares	1.000 m²
Área 21	Campo de futebol Santa Casa de Misericórdia de Vitória av Dom Bosco / área privada	2.600 m²
Área 22	Recuo Frontal em Área privativa na esquina da Av. Vitória com Rua Itobal	1.000 m²

Área	Detalhe	Área Estimada (m²)
	Rodrigues de Campos	
Área 23	Estacionamento Unidade de Saúde Ilha de Santa Maria / área pública	2.300 m²
Área 24	Terreno e barracão R. João Bastos Vieira nº 185 / área privada	600 m²
Área 25	Terreno Av. Mal. Mascarenhas de Moraes altura 1565 (ao lado DER ES) / área privada	1.900 m²
Área 26	Terreno R. Maria de Lourdes Garcia altura nº 600 / área privada	4.300 m²
Área 27	Terreno R. Dr. Américo de Oliveira esq. Com Servidão Aprígio deFreitas / área privada	1.8000 m²
Área 28	Praça R. Des. José Batalha esq R. Joaquim Leopoldino Lopes / área pública	600 m²
Área 29	Terreno Av. Mal. Campos 270 / área privada	2.200 m²
Área 30	Terreno R. Dr. Lauro Farias dos Santos esq. R. Flavio Abaurre / área privada	1.500 m²
Área 31	Campo de Futebol IFES Vitória Av. Alberto Torres / área pública	8.500 m²
Área 32	Área privativa - Estacionamento do Mac Donalds – Av. Nossa Senhora da Penha.	1.000 m²
Área 33	Estacionamento do Hospital da Polícia Militar Av. Carlos Moreira Lima / área pública	4.700 m²
Total		192.100 m²

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**



**Figura 9 – Áreas Livres do Município de Vitória**

**Fonte: PDAU-RMGV (2021).**

### 1.3 Considerações Finais

As análises desenvolvidas neste item consistem numa primeira aproximação das áreas livres para a implantação de medidas de controle e amortecimento de inundações e empoçamentos. A seleção mais apurada desses locais será complementada a partir da definição das soluções de engenharia possíveis para cada um dos locais, objeto do relatório do Produto P6.2. *Proposta de Medidas Estruturais e Não Estruturais*. A partir dessas propostas, as alternativas locais serão objeto de uma verificação mais detalhada, mediante critérios relativos às dimensões ambientais, urbanísticas e político-institucionais, conforme a metodologia apresentada.

O foco deste levantamento preliminar foi identificar locais possíveis principalmente dentre as zonas urbanas dos sete municípios da RMGV, com a adição eventual de áreas de transição ou rurais próximas ao tecido urbano. O método utilizou a identificação visual a partir do cruzamento das manchas de inundação do cenário mais extremo (ano 2040 – Tempo de Retorno 100 anos) com o uso e a ocupação do solo. Reforça-se que ainda não foram esgotadas todas as possibilidades, haja visto o aperfeiçoamento previsto para o Produto 6.2.

Também vale lembrar que áreas nas zonas rurais a montante dos cursos d'água que poderiam atender as características necessárias às infraestruturas de inundações não foram consideradas neste relatório por não fazerem parte de uma análise urbanística. Estudos que caracterizariam áreas maiores com grande capacidade de retenção de águas pluviais seriam selecionadas mediante estudos de impacto ambiental realizados por profissionais capacitados juntamente que justifiquem soluções técnicas que viabilizariam as escolhas, mas as detalhando, o que extrapola o âmbito do PDAU que é um indicativo de possibilidades.

Como visto, existem alternativas locais para a implantação de medidas de controle de cheia em maior quantidade em determinados municípios e mais raras em outros. Contudo, a escolha definitiva dessas áreas preconiza uma análise subsidiada em critérios diversos, mas tendo como base de que áreas livres não significam sem função, principalmente para a finalidade de manejo sustentável das águas urbanas, o que inclui o amortecimento de inundações.

## 2 Considerações Finais e Análise Integrada

O diagnóstico completo apresentado neste conjunto de tomos que compõe o Produto 4.2 se baseou numa série de métodos e análises que são aqui retomados resumidamente para formar a análise integrada da relação água pluvial e uso e ocupação do solo, que passa pelos impactos econômicos das inundações ao menos em parte dos territórios dos municípios que compõem a RMPV.

### 2.1 Diagnóstico

A equipe responsável pelo trabalho utiliza as ferramentas mais adequadas possíveis, como o modelo matemático de chuva x vazão desenvolvido na Holanda, país reconhecido como sendo construído e resgatado dos terrenos inundáveis. Nos Tomos I e II foram mostrados os resultados desse modelo que se baseou em informações secundárias, logo existentes, bem como outras primárias levantadas pelo consórcio por meio levantamento planialtimétrico. Portanto, buscou-se a aderência e calibração considerando eventos críticos ocorridos, para os comparar com os resultados do modelo, etapa considerada como um sucesso, constituindo base para que nos próximos produtos sejam feitas simulações sobre a eficiência e a eficácia tanto das medidas estruturais como das não estruturais.

Os estudos hidrológicos e modelagem hidráulica se basearam em dados básicos necessários de entrada do modelo matemático, para que o modelo não fosse uma mera referência ou exercício, mas condizente com a realidade, em função da necessidade premente de dar respostas à população da RMGV tão impactada pelos eventos de inundação e empoçamentos. Assim, foi feito o seguinte:

- consulta às prefeituras e documentos como PMSBs, PDMs, IBGE, CPRM;
- avaliação e análise de informações obtidas;
- elaboração plano de levantamento cadastral e levantamento de cadastros existentes;
- levantamento primários e secundários ocasionaram a elaboração da rede de macrodrenagem com as dimensões de calhas e galerias para verificar as seções de controle de inundações;
- levantamento das manchas de inundação de estudos de suscetibilidades;
- definição e caracterização das bacias hidrográficas e suas características como condicionantes
- levantamento e análise dos dados de chuva, vazão e níveis de maré- seleção dos eventos críticos para a calibração da modelagem.

Com essas atividades foi feita a definição da esquematização da modelagem hidrológica, verificando os condicionantes expressos como a geração das forçantes

da modelagem que o condicionam.

Após a execução das atividades citadas, seguiu-se a implementação da modelagem e as simulações de calibração, como visto, para os ajustes dos parâmetros do modelo, e validação, visando a reprodução dos eventos críticos de inundação selecionado com respectivas manchas. Com a modelagem e calibração do modelo concluídas, foram realizadas as simulações dos cenários atual e futuro para as chuvas de projeto, ou seja, para as precipitações com períodos de retorno de 5, 10, 25, 50 e 100 anos, que são as chamadas de simulações diagnóstica e prognóstica, resultando em manchas de inundação relacionadas às alterações urbanas, i.é, o avanço da urbanização e suas consequências quanto às águas pluviais.

No cenário atual (diagnóstico) são consideradas as condições atuais de usos e ocupação do solo e a capacidade atual de infiltração e de escoamento das bacias. Para as simulações prognósticas, são consideradas os cenários (condições) futuros para os anos de 2.025, 2.032 e 2.040 a partir de análise urbana que propôs eixos de expansão para a RMGV. Nas simulações prognósticas são consideradas também, a presença das obras de contenção de inundação em implantação entre 2020 e 2025 informadas até o momento de elaboração do relatório. Assim, novas obras ou proposições futuras não são consideradas.

Os resultados das simulações foram apresentados na forma de mapas (manchas) de inundação com a indicação das áreas impactadas e a espessura da lâmina d'água em cada posição para os cursos d'água selecionados da RMGV. Também, há os hidrogramas e cotogramas de projeto para os pontos críticos e de interesse. As simulações foram realizadas para os períodos de retorno citados acima, de 5 a 100 anos.

Em suma os Tomos I e II mostraram como um modelo matemático poderoso precisa ser bem utilizado desde que sejam seguidas as etapas necessárias de captura e validação de dados e informações, e calibração, levando a resultados consistentes e norteadores para a sequente proposição tanto de medidas estruturais como as não estruturais. O modelo matemático dá suporte à tomada de decisão, onde se considera que também a proposição de medidas de gestão tenha um papel fundamental, inclusive para dar sustentabilidade econômica para a prestação de serviços de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas para a RMGV, conforme preconiza a lei federal nº. 14.026/20.

No Tomo III, foram abordadas as questões de qualidade das águas superficiais da RMGV. Foram estimadas as capacidades suporte de alguns cursos d'água, bem como uma descrição da classe dos cursos d'água a partir dos estudos realizados pela AGERH. Entretanto, os maiores problemas de poluição estão nas redes de drenagem compostas principalmente por canais abertos como o rio Marinho, o canal da Costa e o canal Garanhuns, entre tantos outros, que atravessam zonas urbanas consolidadas.

Deve-se lembrar que nas atividades de mobilização social efetuadas relativas ao

PDAU e mesmo nas visitas a campo, a degradação dos corpos d'água que são receptores de águas pluviais sempre chamou a atenção. Além do grave problema de inundações e empoçamentos urbanos, as águas têm qualidade comprometida pela presença de resíduos sólidos e de esgotos sanitários. Basta visitar a EBAP da Costa em Vila Velha para verificar a quantidade de resíduos sólidos que afluem ou a EBAP Cândido Portinari em Vitória que, além dos resíduos sólidos, mostra uma quantidade significativa de esgotos sanitários. Ou seja, além de sofrer os impactos das inundações, a população corre o risco de contato primário com águas contaminadas.

Conforme observado em campo, quando não há chuvas canais como o da “Costa” e rios como o “Marinho” apresentam odor em alguns momentos forte, mostrando que as galerias de águas pluviais e canais construídos nas mais variadas décadas passadas foram historicamente utilizadas para a disposição e o afastamento dos esgotos sanitários. Há sempre uma lâmina d'água independentemente de ocorrer precipitação, originada de águas do solo ou lançamento de esgotos, além de efeitos das marés em determinados trechos. Mesmo que a legislação brasileira trate como sistema separador absoluto, seria possível admitir por um período mesmo ainda que extenso, ter-se um sistema misto, mas que coletasse, afastasse e levasse até estações de tratamento projetadas para tanto, esgotos e águas pluviais. A situação crítica é observar canais superficiais poluídos com população residente nas suas margens ou, em ocupações irregulares, até sobre canais fechados, a qual ainda sofre com inundações.

No Tomo III se estimou a capacidade suporte desses corpos receptores, pequena, em geral, dadas as baixas declividade e velocidade, além de lâmina elevada, o que torna a capacidade de dispersão dos poluentes muito limitada, principalmente quando em alguns canais há variação de sentido em função das marés. Assim, os poluentes e contaminantes permaneceriam por longos períodos nos corpos receptores, o mau odor é uma consequência da degradação anaeróbia da matéria orgânica, o que agrava a situação da população vizinha. Também foram apontadas as linhas para um Termo de Referência que estudasse em maior profundidade a questão da qualidade das águas superficiais da RMGV, o que está além do escopo do PDAU. Para este trabalho, apontar e verificar os problemas decorrentes da poluição e degradação das águas dos canais é suficiente para mostrar que as inundações trazem um risco adicional para a população afetada.

As manchas de inundações apontadas nos Tomos I e II indicam que os prejuízos e ônus causados à população e à administração pública são potencialmente significativos, agravados ainda mais por serem águas poluídas muitas vezes. O Tomo IV trouxe uma estimativa dos valores de custos evitados a partir da metodologia definida dentro das possibilidades do PDAU, a partir de cenários.

As consequências são tanto diretas, pois decorrentes de evento de inundação ou indiretas, afetando a complexa rede de transporte metropolitano, p.ex., logo afetando as atividades econômicas também. Raramente os custos decorrentes são considerados e apresentados à população para que tenha um termo de comparação

com os gastos necessários para a implantação de medidas estruturais ou não para controle das inundações. Portanto, constitui uma contribuição importante que o PDAU traz ao apresentá-las publicamente.

As esferas de danos e custos evitados decorrentes das inundações e empoçamentos dividem-se em: edificações e seu mobiliário; veículos; infraestrutura básica; realocação temporária da população e serviços de saúde e emergência, como explicitado no Tomo IV. Foram definidos cenários em função dos períodos de retorno que partem de 5 a 100 anos, passando por 10, 25 e 50 anos para os diferentes horizontes de planejamento: 2020 (C1, C2, C3, C4 e C5); 2025 (C6, C7, C8, C9 e C10); 2032 (C11, C12, C13, C14 e C15) e 2040 (C16, C17, C18, C19 e C20). Consequentemente, os custos crescem na medida em que aumentam a zona urbana e as manchas de inundação.

Os valores estão na ordem de grandeza de bilhões de reais por evento considerado, partindo do cenário C1, em torno de R\$ 2 bilhões a até C20, R\$ 6.3 bilhões. Chama a atenção que os maiores danos valorados monetariamente estão na esfera dos danos às edificações e conteúdo, de 40 a 60% do total, logo diretamente relacionados à moradia urbana, indicando que os domicílios situados em áreas vulneráveis às inundações são os que mais sofrem prejuízos. Ainda os veículos dessa população e daquela em locomoção são também uma fonte importante, variando de 5% a 30%. Os danos à infraestrutura situam-se em torno de 20%, bem como a alocação temporária da população de 10 a 15%. O menos custos, em torno de 1%, aos custos associados aos serviços de saúde e emergência.

No relatório 6.1., Tomo I, “Estudos para a Construção dos Cenários de Desenvolvimento”, foi apresentada a projeção populacional para cada um dos municípios considerados nas UTAPs. Considerando somente aqueles da RMGV, a população total varia de 1.973.153 em 2020 a 2.296.211 habitantes em 2040, de modo que os custos estimados por habitante correspondentes variariam de cerca de R\$ 1 mil/ hab. a até R\$ 2.8 mil/hab. Evidentemente são valores significativos, ainda que estimativos, fornecem uma medida dos prejuízos econômicos e danos que a população sofre por causa das inundações, sendo que as construções e mobiliários correspondem às maiores parcelas. Esses valores servem para balizar as soluções de medidas estruturais ou não a propor neste PDAU.

## **2.2 ÁGUAS e a RMGV**

Como ponto de partida, não se pode esquecer o resgate histórico da grave questão das inundações que tanto afetam a vida dos habitantes da RMGV, seja pela qualidade ambiental, seja pelos prejuízos econômicos e, ainda, pelos danos à saúde pública. Em visita à Casa da Memória de Vila Velha durante a elaboração deste trabalho e constante das inspeções de campo, são reproduzidas a seguir fotos históricas das inundações de Vila Velha, em particular, daquela ocorrida em 1960 como indicam as respectivas legendas,

Desde o início deste trabalho, foi observado que boa parte dos territórios que compõem os municípios da RMGV está em planície fluviomarinha, dentro de uma complexa relação entre águas doces, salobras e salinas e o solo no qual se desenvolveu primeiro a vegetação e depois vieram as atividades humanas, socioeconômicas. A vegetação se desenvolveu e formou dentro dessas condições de modo que áreas ainda preservadas de mangue são encontradas, porém o mesmo não se pode afirmar para as construções de todo o crescimento urbano.

A urbanização da forma em que se deu não foi “amiga das águas”. Observa-se nos prédios junto às praias de Vila Velha que são raras as garagens subterrâneas. Os custos do rebaixamento do aquífero freático durante a construção e depois para mantê-lo baixo permanentemente são elevados, de modo que a opção dominante são garagens a partir do térreo.



**Figura 10 – Enchente na praia de Itapoã, Vila Velha, em 1960.**

Fonte: Casa da Memória de Vila Velha



**Figura 11 – Enchente na praia em Vila Velha em 1960**

Fonte: Casa da Memória de Vila Velha

Não se pode dizer o mesmo quanto à ocupação de áreas vulneráveis e a impermeabilização do solo. São ainda muito pontuais as ações de retenção de águas pluviais nos terrenos de edificações e mesmo estruturas de infiltração, mesmo que limitadas em função do mencionado nível elevado das águas freáticas.

O resultado foi uma extensa ocupação urbana em áreas vulneráveis perante às inundações e empoçamentos e com um padrão conhecido de impermeabilização de solo e aceleração de águas. O resultado é o que ainda se vê atualmente, mas com tendência de agravamento das inundações e empoçamentos, embora muitas intervenções estruturais venham sendo feitas historicamente. Foram construídos diques e canais, pode-se afirmar, constituída uma nova rede de drenagem superficial, mas ainda assim, sempre insuficientes, porque a forma de urbanização deixou poucas áreas livres e verdes e ainda ocupou áreas vulneráveis. Até estações de bombeamento de águas pluviais de grande porte até para o país, foram construídas para atenuar os problemas de inundação cada vez mais graves.

Esse ciclo precisa ter um desfecho apoiado num planejamento de longo prazo que tenha ações que se iniciem agora, mas com uma visão integrada e completa da questão. A resolução se inicia em nível de lote, ao procurar reter e infiltrar dentro dos limites físicos naturais o que for possível das águas pluviais. Não se pode simplesmente transferir algo que sai do âmbito privado para o público, do lote para a rua, as águas pluviais indiscriminadamente.

A perspectiva das soluções, quaisquer que sejam, não pode se apoiar somente em obras, ainda que necessárias dadas as dimensões das questões das águas pluviais

urbanas na RMGV. Contar com entes municipais e estadual integradas e com os mesmos objetivos quanto ao projeto, construção, operação e manutenção são essenciais. Basta ver nas estruturas hidráulicas existentes, sejam de microdrenagem, sejam de macrodrenagem, canais, diques e elevatórias a necessidade de desassoreamento, remoção de lixo e reparação. Se não houver um cuidado na gestão dessas estruturas, logo teriam sua capacidade reduzida e diminuída consideravelmente a sua capacidade nominal, a sua eficiência. Portanto, o histórico de todas as intervenções hidráulicas feitas pelos mais diversos órgãos federativos, do município, passando pelo Estado e chegando à federação na RMGV, mostram que não basta executar obras se não há recursos suficientes para mantê-las e operá-las. Obras não bastam.

A solução que leve a uma melhoria de vida da população da RMGV quanto às águas pluviais passa, então, não somente pelas obras, mas pela estruturação de uma gestão integrada e que compreenda todas as etapas, do planejamento, passando pelo projeto, obras, operação e manutenção. De igual maneira, se não forem propostos meios de controle nas fontes, nos lotes, das águas pluviais, o problema continuará em ciclo: a impermeabilização e a aceleração das águas impõem obras cada vez maiores principalmente em tempos de mudanças climáticas comprovadas que tende a afetar significativamente as chuvas. Mais uma vez, a solução passa pelos lotes e pela forma de urbanização.

Por fim, percebe-se que foi apresentada uma estimativa concreta de prejuízos que a população sofre devido às inundações. Os valores são significativos, mas desconhecidos pela população da RMGV que sempre de alguma forma acabando arcando com esses custos, seja por menor nível de serviços públicos, seja por outros meios quaisquer. Qual a disposição da população em pagar para ter esses riscos e prejuízos diminuídos? Não se sabe ou nunca se perguntou a ela, mas talvez tenha chegado a hora já que o PDAU trouxe a estimativa dos prejuízos causados.

As proposições a elaborar nos produtos a elaborar terão como base o diagnóstico aqui efetuado, porém dentro de uma visão integrada da grave questão das inundações e empoçamentos na RMGV, no qual soluções para a melhoria de vida da população se basearão tanto em medidas estruturais e não estruturais, dentro de um viés de sustentabilidade técnica, econômica e ambiental.

## Referências

Alvim, A.T.B.; Rúbio, V.M.; Lêdo, A. Dimensões da sustentabilidade nos projetos de urbanização de assentamentos precários em áreas protegidas. A: Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo. "XII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, São Paulo-Lisboa, 2020". São Paulo: Faculdade de Arquitetura da Universidade de Lisboa, 2020, DOI 10.5821/siiu.10003.

BUCKERIDGE, M. S.; RIBEIRO W. C. Uma visão sistêmica das origens, consequências e perspectivas das crises hídricas na região metropolitana de São Paulo. In: BUCKERIDGE, M.; RIBEIRO, W. C. Livro branco da água. A crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo em 2013-2015:Origens, impactos e soluções. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados, 2018. p.14-21.

MAGNAGHI, A. (2005) The urban village: a charter for democracy and sustainable development in the city.

London: ZED books, 2005

SACHS, Ignacy, Estratégias de Transição para o Século XXI: desenvolvimento e meio ambiente. São Paulo: Studio Nobel/Fundação do Desenvolvimento Administrativo, 1993.