

# **Elaboração do Plano e Projetos de Macro drenagem Petrolina/PE**

## **PRODUTO P4 – RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL III Volume I**

### **DIAGNÓSTICO**

#### **Ocupação Urbana, Hidrografia e Estudos Topográficos Tomo I**



Petrolina/PE

Maio, 2023

**PREFEITURA DE PETROLINA**  
**Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade**

**Contrato Nº 252/2021**

# **Elaboração do Plano e Projetos de Macro drenagem do Município de Petrolina**

**PRODUTO P4 – RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL III**  
**Volume I**

**DIAGNÓSTICO**

**Ocupação Urbana, Hidrografia e Estudos Topográficos**  
**Tomo I**

**Apoio Técnico**



**Petrolina/PE**

**Maior, 2023**

## APRESENTAÇÃO

A PDCA Engenharia, estabelecida na Rua Guimarães Peixoto, nº. 75, sala 1604, no Bairro de Casa Amarela, Recife/PE, email: pdca@pdca.eng.br, CNPJ MF 11.019.554/0001-57, apresenta o seguinte documento, que compõe o Produto P4 – Relatório Técnico Parcial III, quarto relatório decorrente do Contrato de Ordem de Serviços nº 252/2021, celebrado entre a Prefeitura Municipal de Petrolina (PE) e a PDCA Engenharia, tendo como objeto a prestação de serviços técnicos de elaboração de Plano Diretor e Projetos de Macrodrenagem da área urbana do Município de Petrolina/PE, e apoio técnico à audiências públicas, de forma a possibilitar a criação de mecanismos de gestão pública de infraestrutura do município de Petrolina/PE relacionados ao manejo de águas pluviais.

O Plano Diretor de Macrodrenagem de Petrolina/PE é o documento que consolida o planejamento do setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais no município, conduzindo as medidas que serão efetivadas pela Prefeitura Municipal, objetivando diminuir os prejuízos causados por inundações urbanas. Este plano será integrado aos demais planos setoriais componentes do Plano Municipal de Saneamento Básico, e tem interface importante com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, quanto ao uso do solo e regramento de ocupação em áreas de risco de inundação.

O Relatório Técnico Parcial III, referente ao Produto P4, está apresentado em 3 volumes. São eles:

- **Volume I – DIAGNÓSTICO;**
  - a) **Tomo I – Ocupação urbana, hidrografia e estudos topográficos;**
  - b) **Tomo II – Consolidação de informações iniciais;**
  - c) **Tomo III – Diagnóstico das áreas de risco do município de Petrolina/PE.**
- **Volume II – SITUAÇÃO ATUAL E ESTUDOS HIDRODINÂMICOS;**
- **Volume III – PEÇAS GRÁFICAS.**

O **Volume I – Tomo I** abrange estudos de ocupação urbana, os estudos hidrológicos e os estudos topográficos realizados em Petrolina/PE. As informações apresentadas neste Volume servirão como base para o diagnóstico do sistema de macrodrenagem do município, para o desenvolvimento do plano, de propostas e projetos para o adequado manejo de águas pluviais.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Áreas das manchas urbanas de Petrolina. ....	24
Tabela 2 – Aumento das manchas urbanas de Petrolina. ....	24
Tabela 3 – Áreas observadas e calculadas por regressão das manchas urbanas de Petrolina. ....	25
Tabela 4 – População anual estimada de Petrolina. ....	27
Tabela 5 – Dados referentes a estação pluviométrica de Petrolina. ....	28
Tabela 6 – Precipitação média mensal de série de 41 anos em Petrolina. ....	28
Tabela 7 – Insolação média mensal de série de 41 anos em Petrolina. ....	32
Tabela 8 – Temperaturas máxima, média e mínima mensais de série de 41 anos em Petrolina. ....	33
Tabela 9 – Umidade relativa do ar média mensal de série de 41 anos em Petrolina. ....	34
Tabela 10 – Velocidade média mensal do vento de série de 41 anos em Petrolina. ....	35
Tabela 11 – Evaporação média mensal de série de 39 anos em Petrolina. ....	36
Tabela 12 – Deficiência hídrica média mensal de série de 39 anos em Petrolina. ....	38
Tabela 13 – Dados de precipitação e intensidade em função do tempo de duração de chuva e de retorno do município de Petrolina. ....	41
Tabela 14 – Características técnicas dos produtos do Pernambuco Tridimensional. ....	54
Tabela 15 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 01 em Petrolina-PE. ....	58
Tabela 16 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 02 em Petrolina-PE. ....	60
Tabela 17 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 03 em Petrolina-PE. ....	61
Tabela 18 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 04 em Petrolina-PE. ....	62
Tabela 19 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 05 em Petrolina-PE. ....	63
Tabela 20 – Características correspondentes a bacia 06 em Petrolina-PE. ....	64
Tabela 21 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 07 em Petrolina-PE. ....	65
Tabela 22 – Características correspondentes a bacia 08 em Petrolina-PE. ....	66
Tabela 23 – Características correspondentes a bacia 09 em Petrolina-PE. ....	67
Tabela 24 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 10 em Petrolina-PE. ....	68
Tabela 25 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 11 em Petrolina-PE. ....	69
Tabela 26 – Características correspondentes a bacia 12 em Petrolina-PE. ....	70
Tabela 27 – Características correspondentes a bacia 13 em Petrolina-PE. ....	71
Tabela 28 – Características correspondentes a bacia 14 em Petrolina-PE. ....	72
Tabela 29 – Características correspondentes as principais redes de drenagem. ....	73
Tabela 30 – Extensão dos trechos do Canal São José. ....	103
Tabela 31 – Extensão dos trechos do Canal do Alto Cheiroso. ....	105
Tabela 32 – Extensão dos trechos do Canal do Henrique Leite. ....	107

Tabela 33 – Extensão dos trechos do riacho do Batalhão. ....	108
Tabela 34 – Extensão dos trechos do riacho Pau Ferro.....	110
Tabela 35 – Extensão dos trechos do Canal da Av. da Redenção.....	112
Tabela 36 – Extensão dos trechos do Canal Dom Malan.....	116
Tabela 37 – Extensão dos trechos do Canal da Av. João Campos (microdrenagem). ....	118
Tabela 38 – Extensão dos trechos do riacho das Porteiras.....	121
Tabela 39 – Extensão dos trechos do Canal do João de Deus. ....	123
Tabela 40 – Extensão dos trechos do Canal do Vale do Grande Rio.....	125
Tabela 41 – Extensão dos trechos do Canal do Massangano.....	127
Tabela 42 – Extensão dos trechos do riacho Vitória. ....	129
Tabela 43 - Extensão dos trechos do Canal do Distrito Industrial .....	131
Tabela 44 – Extensão dos trechos do Canal do Jardim Petrópolis.....	134
Tabela 45 – Cadastro da macrodrenagem de Petrolina/PE. ....	137

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Evolução da mancha urbana de Petrolina.....	5
Figura 2 – Síntese da leitura do perímetro urbano e seus principais elementos.....	6
Figura 3 – Macrozoneamento de Petrolina. ....	8
Figura 4 – Macroáreas do perímetro urbano da sede de Petrolina.....	9
Figura 5 – Zoneamento do perímetro urbano da sede de Petrolina. ....	11
Figura 6 – Zoneamento urbano dos núcleos NS1 e NS2 de Petrolina. ....	13
Figura 7 – Zoneamento urbano do núcleo N1 de Petrolina. ....	14
Figura 8 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (1990).....	16
Figura 9 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2000).....	17
Figura 10 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2005).....	18
Figura 11 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2011).....	19
Figura 12 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2015).....	20
Figura 13 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2022).....	21
Figura 14 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina de 1990 a 2022. ....	23
Figura 15 – Tendência da Mancha Urbana de Petrolina. ....	25
Figura 16 – Estimativa de crescimento geométrico da população de Petrolina. ....	27
Figura 17 – Precipitação média mensal em Petrolina de 1981 a 2021.....	29
Figura 18 – Precipitações totais anuais em Petrolina.....	29
Figura 19 – Valores máximos de chuvas diárias anuais em Petrolina.....	30
Figura 20 – Quantidade de dias de chuva por ano em Petrolina. ....	30
Figura 21 – Radiação solar global do período de 1968 a 2009 em Petrolina. ....	31
Figura 22 – Insolação média mensal do período de 1981 a 2021 em Petrolina. ....	32
Figura 23 – Temperatura máxima, média e mínima mensal do ar no período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE.....	33
Figura 24 – Umidade média relativa do ar mensal do período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE.....	34
Figura 25 – Velocidade média mensal do vento do período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE. ....	36
Figura 26 – Evaporação média mensal do período de 1981 a 2019 em Petrolina/PE.....	37
Figura 27 – Histogramas de deficiência hídrica do período de 1981 a 2019 em Petrolina/PE. ....	38
Figura 28 – Curva Intensidade - Duração - Frequência do município de Petrolina.....	40
Figura 29 – Bacia hidrográfica do rio São Francisco e municípios inseridos. ....	45
Figura 30 – Unidades fisiográficas e hidrografia da bacia do rio São Francisco.....	46
Figura 31 – Gráfico Cota x Vazão de Sobradinho. ....	49

Figura 32 – Orla fluvial de Petrolina com vazão média diária de 1.248 m³/s. ....	50
Figura 33 – Orla fluvial de Petrolina com vazão média diária de 6.083 m³/s. ....	50
Figura 34 – Mapa-Imagem de Satélite do Rio São Francisco na Orla de Petrolina/PE e Juazeiro/BA. ....	52
Figura 35 – Macrozona urbana do município de Petrolina-PE em 2022. ....	53
Figura 36 – Correção de erros do tipo “ <i>sink</i> ” por meio da execução da função “ <i>fill sinks</i> ”. ...	55
Figura 37 – Exemplo de execução da função “ <i>flow Direction</i> ”.....	56
Figura 38 – Exemplo de determinação do fluxo acumulado. ....	56
Figura 39 – Definição das bacias da área urbana da sede de Petrolina-PE. ....	57
Figura 40 – Sub-bacias da bacia 01 em Petrolina-PE. ....	58
Figura 41 – Sub-bacias da bacia 02 em Petrolina-PE. ....	59
Figura 42 – Sub-bacias da bacia 03 em Petrolina-PE. ....	61
Figura 43 – Sub-bacias da bacia 04 em Petrolina-PE. ....	62
Figura 44 – Sub-bacias da bacia 05 em Petrolina-PE. ....	63
Figura 45 – Bacia 06 em Petrolina-PE. ....	64
Figura 46 – Sub-bacias da bacia 07 em Petrolina-PE. ....	65
Figura 47 – Bacia 08 em Petrolina-PE. ....	66
Figura 48 – Bacia 09 em Petrolina-PE. ....	67
Figura 49 – Sub-bacias da bacia 10 em Petrolina-PE. ....	68
Figura 50 – Sub-bacias da bacia 11 em Petrolina-PE. ....	69
Figura 51 – Bacia 12 em Petrolina-PE. ....	70
Figura 52 – Bacia 13 em Petrolina-PE. ....	71
Figura 53 – Bacia 14 em Petrolina-PE. ....	72
Figura 54 – Identificação dos bairros do município de Petrolina-PE de acordo com as bacias. ....	74
Figura 55 – Identificação da rede de macrodrenagem na área urbana da sede do município de Petrolina-PE. ....	74
Figura 56 – Identificação de talvegues para a Bacia 01. ....	75
Figura 57 – Identificação de talvegues para a Bacia 02. ....	76
Figura 58 – Identificação de talvegues para a Bacia 03. ....	77
Figura 59 – Identificação de talvegues para a Bacia 04. ....	77
Figura 60 – Identificação de talvegues para a Bacia 05. ....	78
Figura 61 – Identificação de talvegues para a Bacia 06. ....	78
Figura 62 – Identificação de talvegues para a Bacia 07. ....	79
Figura 63 – Identificação de talvegues para a Bacia 10. ....	79
Figura 64 – Mapa da macrodrenagem de Petrolina. ....	102
Figura 65 – Canal do São José. ....	104

Figura 66 – Canal do Alto Cheiroso. ....	106
Figura 67 – Canal do Henrique Leite. ....	107
Figura 68 – Riacho do Batalhão.....	109
Figura 69 – Riacho Pau Ferro.....	111
Figura 70 – Canal da Av. da Redenção. ....	113
Figura 71 – Lagoas Dom Avelar e São Joaquim. ....	115
Figura 72 – Canal do Dom Malan. ....	117
Figura 73 – Canal da Av. João Campos (microdrenagem).....	119
Figura 74 – Riacho das Porteiras.....	122
Figura 75 – Canal do João de Deus.....	124
Figura 76 – Canal do Vale do Grande Rio. ....	126
Figura 77 – Canal do Massangano. ....	128
Figura 78 – Riacho Vitória.....	130
Figura 79 - Canal do Distrito Industrial.....	132
Figura 80 – Canal da Av. Tapuio.....	133
Figura 81 – Canal do Jardim Petrópolis. ....	135
Figura 82 – Legenda da planta baixa do cadastro da drenagem superficial. ....	154
Figura 83 – Legenda da planta baixa do cadastro da drenagem profunda.....	155
Figura 84 – Cadastro expedito da drenagem de vias em áreas de risco em Petrolina/PE. ....	156
Figura 85 – Áreas de risco em Petrolina/PE. ....	158
Figura 86 – Vias do diagnóstico das áreas de risco em Petrolina/PE.....	162
Figura 87 – Mapa das áreas disponíveis para retenção em Petrolina/PE. ....	164
Figura 88 – Mapa das áreas de risco de erosão em Petrolina/PE.....	166
Figura 89 – Mapa das áreas de desocupação em Petrolina/PE.....	168
Figura 90 – Mapa das áreas preservadas em APP e áreas verdes em Petrolina/PE. ....	170

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO DE PETROLINA .....</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>LEVANTAMENTO DAS MANCHAS URBANAS.....</b>	<b>15</b>
<b>4</b>	<b>ESTUDOS HIDROLÓGICOS.....</b>	<b>28</b>
4.1	DETERMINAÇÃO DAS CURVAS IDF .....	39
4.2	CHUVAS TORRENCIAIS EM PETROLINA .....	42
4.3	INFLUÊNCIA DA BARRAGEM DE SOBRADINHO NO RIO SÃO FRANCISCO .....	43
<b>5</b>	<b>DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA ÁREA URBANA E RURAL URBANIZADA. 53</b>	
5.1	METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS.....	54
5.2	DELIMITAÇÃO DAS BACIAS .....	57
5.3	USO DO PE3D NA ESCALA 1:1000 PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA ...	80
5.4	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	82
<b>6</b>	<b>LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA MACRODRENAGEM.....</b>	<b>83</b>
6.1	ESTUDOS TOPOGRÁFICOS.....	83
6.2	MONOGRAFIAS DOS MARCOS GEODÉSIOS.....	84
6.3	BASES HOMOLOGADAS (PÓS-PROCESSAMENTO) .....	89
6.4	LEVANTAMENTO DA MACRODRENAGEM DE PETROLINA/PE.....	101
6.5	CADASTRO DA MACRODRENAGEM DE PETROLINA/PE .....	136
6.6	RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS DAS ÁREAS LEVANTADAS .....	140
6.7	RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS DAS ÁREAS INACESSÍVEIS.....	144
<b>7</b>	<b>CADASTRO EXPEDITO DA DRENAGEM NAS ÁREAS DE RISCO .....</b>	<b>153</b>
<b>8</b>	<b>LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM PETROLINA .....</b>	<b>157</b>
<b>9</b>	<b>IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS .....</b>	<b>163</b>
9.1	ÁREAS DISPONÍVEIS PARA RETENÇÃO.....	163
9.2	ÁREAS SUJEITAS A EROSÃO .....	165
9.3	ÁREAS PARA RECOMENDAÇÃO DE DESOCUPAÇÃO .....	167
9.4	ÁREAS VERDES E PRESERVADAS/OCUPADAS EM APP .....	169
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>171</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Com o Relatório Técnico Parcial III, pretende-se consolidar as informações levantadas nos relatórios anteriores e fornecer um quadro geral da situação dos macrodrenos naturais e artificiais de Petrolina/PE, com base nos critérios básicos de dimensionamento e na aplicação de simulações hidráulico-hidrológicas do sistema de macrodrenagem do município.

O **Tomo I - Ocupação urbana, hidrografia e estudos topográficos** faz parte do Volume I do terceiro relatório de cunho executivo, objetivando a elaboração do Plano e Projetos de Macrodrenagem do Município de Petrolina/PE. Este relatório compreenderá a consolidação de informações básicas e dos estudos topográficos apresentados nos relatórios técnicos anteriores, que serviram como subsídio às informações consolidadas nos demais volumes do Relatório Técnico Parcial III.

As informações básicas iniciais consistem nos serviços de coleta de dados a partir de estudos e projetos já existentes, e no levantamento de dados socioeconômicos, informações que caracterizam o município, apresentadas no **Tomo II - Consolidação de Informações Iniciais** deste referido Volume. Além disso, foi realizado estudo de ocupação urbana no município, a partir do levantamento das manchas da área urbana de Petrolina, apresentando sua evolução ao longo dos anos, bem como a contextualização das manchas com o crescimento urbano do município. Além disso, há a consolidação dos estudos hidrológico e topográfico realizados em Petrolina/PE, informações apresentadas neste Tomo do Volume I.

Os estudos topográficos consistem no levantamento do sistema de macrodrenagem atual e delimitação das bacias e sub-bacias urbanas de Petrolina, indicando os corpos d'água; e dos pontos críticos de inundação/alagamento do município. Com base nos estudos topográficos, foi possível identificar as áreas passíveis de preservação, desocupação, armazenamento natural e sujeitas a processos erosivos.

O levantamento do sistema de macrodrenagem atual foi realizado com indicação dos pontos de contribuição das galerias e das respectivas áreas de drenagem, bem como cadastramento e mapeamento das estruturas e componentes de microdrenagem existentes nas áreas de risco.

O levantamento das áreas de risco de Petrolina foi realizado com base nos eventos de extrema significância ocorridos no município, indicando as causas das inundações e dos alagamentos, e documentando por meio de registros fotográficos. O diagnóstico das áreas de risco está apresentado no **Tomo III - Relatório de Diagnóstico das Áreas de Risco de Alagamento e Inundação de Petrolina/PE** deste referido Volume.

## 2 CRESCIMENTO DEMOGRÁFICO DE PETROLINA

Inicialmente, a configuração urbana de Petrolina foi implantada à margem do rio São Francisco, onde foi construída a primeira igreja da cidade. A localidade foi elevada à categoria de cidade em 1895, com seu processo de crescimento se acentuando a partir de 1919, com a construção da rede ferroviária, ligando Petrolina com a capital de Pernambuco, com o interior da Bahia e com o Estado de Piauí. Além disso, houve a criação da Diocese e construção da Catedral, em estilo neogótico, entre os anos 1924 e 1929. Assim, o centro monumental da cidade surgiu, sendo edificadas as Congregações Salesianas, ponto de partida à expansão urbana, com intervenções em nível de planejamento urbano (BARRETO, 2015).

Em 1950, foi construída a ponte Presidente Dutra, fazendo parte da rodovia BR-407, atravessando Petrolina, além de ser a ligação entre o polo Petrolina-PE/Juazeiro-BA no Sertão do São Francisco e outras regiões do Brasil. As primeiras instalações de comércio e serviços ocorreram nas áreas centrais das cidades que ainda hoje desempenham importante papel de centralidade urbana. O centro da cidade de Petrolina ocupa parte da orla fluvial do Rio São Francisco (MUNIZ FILHO, 2020).

Na década de 1960, Petrolina passou a ser alvo de programas estatais voltados para o desenvolvimento rural. A expansão demográfica de Petrolina resultou de ações do governo federal voltadas à transformação das áreas áridas da caatinga em grandes áreas produtivas, com a implantação de perímetros de irrigação. Essa ação fazia parte de um dos objetivos do II Plano Nacional de Desenvolvimento (II PND), no período militar no Brasil, em 1974. A irrigação era a resposta às características climáticas da região, na área denominada como “polígono das secas”. Com os primeiros perímetros irrigados implantados, uma grande quantidade de migrantes foi atraída para a região. (CRUZ, 2013)

A cidade de Petrolina passou por diferentes processos de evolução urbana. Desde 1970, houve grande desenvolvimento urbano no município, com a implantação da barragem e usina hidrelétrica de Sobradinho, a construção de perímetros irrigados pela CODEVASF, e a instalação de instituições estaduais e federais, cooperando para a instalação de empresas privadas, principalmente do setor de agricultura técnico-científica no Sertão do São Francisco (MUNIZ FILHO, 2020).

Um grande investimento, que tornou a cidade um importante ponto de ligação da região com outras regiões do Brasil, foi o Aeroporto Internacional de Petrolina Senador Nilo Coelho, que se firmou como um dos principais do Nordeste. Conforme Barreto (2015), os investimentos implementados pela Infraero no aeroporto ganharam força com a produção de frutas para exportação do Vale do São Francisco, sendo o maior exportador de frutas do Brasil e responsável pela maior taxa de crescimento econômico da região. Na época, isso

tornou o aeroporto de Petrolina no segundo maior de Pernambuco, com a pista de pouso e decolagem sendo a segunda maior do Nordeste.

Segundo Coelho (2007), sem uma política habitacional para as áreas do perímetro irrigado, houve consequências nas áreas periféricas do município, nos loteamentos municipais irregulares e loteamentos particulares clandestinos. Com a rápida chegada de novos habitantes, não houve como suprir a demanda por habitação, serviços e infraestrutura urbana. Assim, o crescimento com falta de urbanização era visível principalmente na periferia, com população de menor renda, resultando em uma cidade segregada, com aumento de áreas ilegais e irregulares.

Em resposta ao déficit quantitativo da habitação de Petrolina, o poder público municipal fez doações massivas de lotes em áreas públicas ou particulares, às vezes sem infraestrutura. A iniciativa privada, de outro modo, atuou nos setores de habitação popular, com a abertura de loteamentos registrados, porém muitos deles irregulares, pelo fato de os loteadores e construtoras argumentarem que os empreendimentos públicos não seguiam as exigências da legislação, logo não seriam questionados sobre tais regulamentações (COELHO, 2007).

A formação espacial da periferia de Petrolina era caracterizada por ocupações diversas, com grandes vazios urbanos entre elas, resultando em uma mancha urbana fragmentada. As áreas loteadas pelo poder público ou pelo setor privado mais afastadas da zona central foram posteriormente anexadas ao perímetro urbano (COELHO, 2007). Com isso, essas áreas não contíguas e mais baratas serviam para promover habitação para população de baixa renda.

O período entre o fim da década de 1970 e início da década de 1980 foi marcado pela elaboração de estudos e planos de consolidação de política de planejamento urbano em Petrolina (CRUZ, 2013). Em 1977, foi elaborado o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) pela Fundação de Desenvolvimento Municipal do Interior de Pernambuco (FIAM) e pela Prefeitura Municipal de Petrolina, com recursos da SUDENE por meio de seu Departamento de Desenvolvimento Local.

Segundo Coelho (2007), o plano previa projetos vindos do Programa Cidade de Porte Médio (PCPM), com foco na sede urbana de Petrolina, objetivando a promoção do desenvolvimento integrado do município. Dentre suas normas e regulamentos, destaca-se o zoneamento da área urbana de Petrolina, proposto pela Lei Municipal nº 03/84 (PETROLINA, 1984), com diretrizes apoiando a divisão do município em duas macrozonas (urbana e rural), além de diferentes adensamentos para as zonas residenciais e áreas especiais.

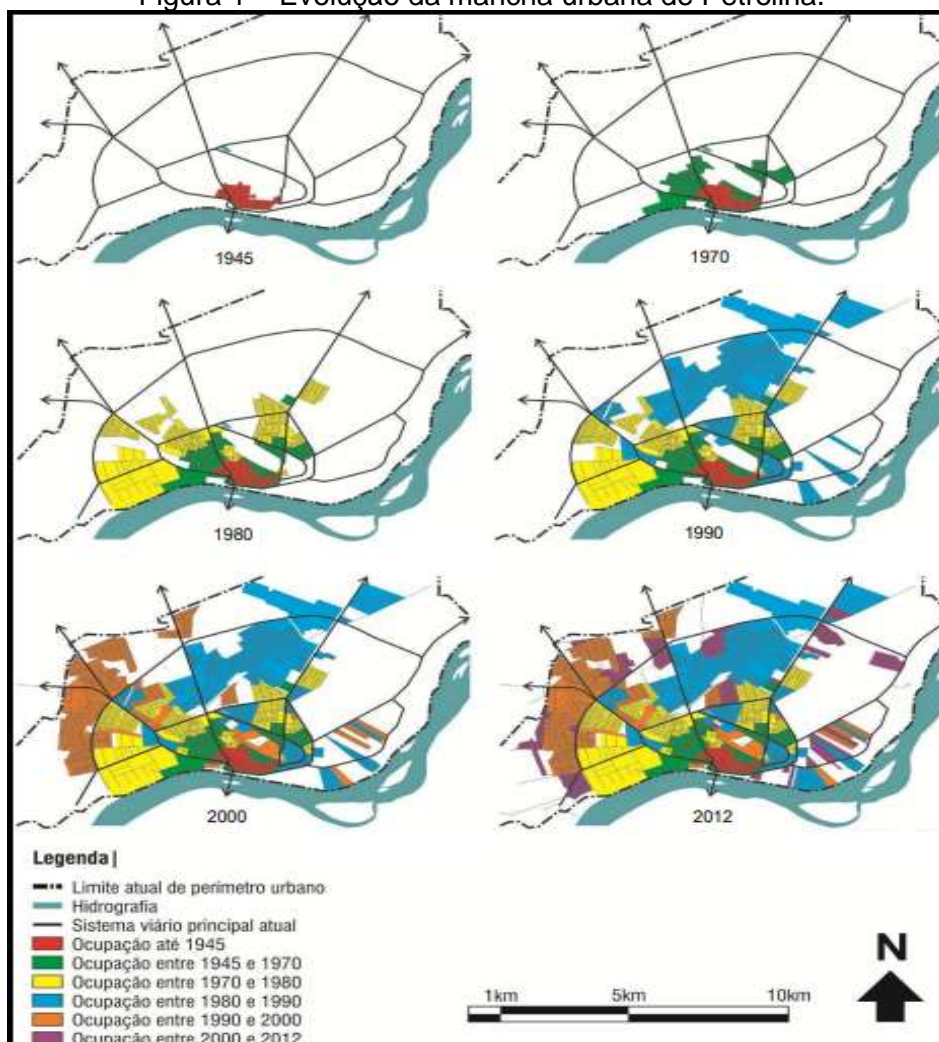
Desde o início da década de 1980, a paisagem urbana das áreas centrais de Petrolina sofreu alterações, refletindo o crescimento econômico vivenciado pela cidade, com

o surgimento de universidades, centros de formação técnica, comércio e serviços especializados e shoppings centers em áreas mais afastadas do núcleo central (MUNIZ FILHO, 2020). No período entre 1980 e 1990, a mancha urbana de Petrolina continuou se expandindo em direção ao norte da cidade, ocupando espaços vazios na malha urbana com loteamentos e habitações populares (CRUZ, 2013). A Figura 1 mostra a evolução da mancha urbana do município.

Em contrapartida ao crescimento econômico da região, os indicadores sociais de Petrolina revelam o quadro de pobreza e desigualdades sociais existentes no município. Isso está relacionado ao crescimento acelerado da região, que atraiu a população de áreas vizinhas em busca de oportunidades (CRUZ, 2013). Os migrantes aumentam a população, o que gera disparidades nos serviços essenciais, devido à parte dessa população trabalhar em áreas rurais, principalmente em períodos de safras, ou em trabalhos urbanos informais.

A ocupação urbana na orla fluvial de Petrolina tem um caráter mais residencial, com a incidência de condomínios de médio e alto padrão, sendo a verticalização um elemento característico da paisagem urbana do local. Além disso, há ocupação por alguns hotéis, restaurantes e quiosques (bares e lanchonetes). A zona central de Petrolina tem seu espaço ocupado por instituições públicas, como a prefeitura e secretarias municipais, estabelecimentos de comércio e saúde, instituições financeiras, escolas e a Catedral da Diocese de Petrolina (MUNIZ FILHO, 2020).

Figura 1 – Evolução da mancha urbana de Petrolina.



Fonte: Cruz (2013); Elaborado por Santos Jr. e Reinaldo, sobre base cartográfica fornecida pela PMP (2013).

Com isso, nota-se que o atual espaço urbano de Petrolina se encontra desigual e segregado. A zona central da cidade abrange o setor Sul e uma área a Leste, concentrando-se os segmentos sociais com maior poder aquisitivo. Os segmentos de menores níveis de renda habitam a periferia no setor ao Norte e em parte do setor Oeste da cidade. Essa estruturação é caracterizada por elementos de diferenciação socioespacial do padrão clássico centro-periferia (CRUZ, 2013).

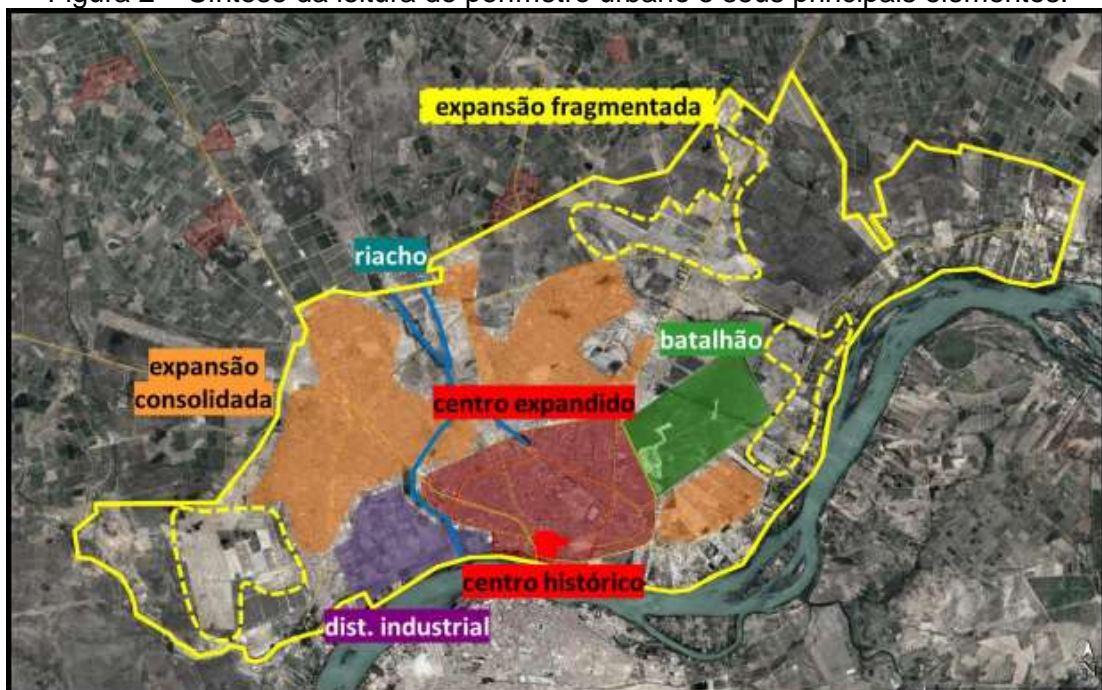
Petrolina possui uma particularidade em sua estrutura urbana, que seria o alto nível de fragmentação de sua mancha urbana. A existência de fragmentos de solo urbano sem utilização não é um fenômeno recente (IPSA, 2005). O PDDU (1983) apontava essas áreas levantadas como setores, que seriam bairros que não existiam oficialmente. Com a quantificação da área total, da área ocupada, e área disponível loteada e não loteada, estabelecia-se a porcentagem de ocupação por setor (CRUZ, 2013). Dessa forma, fez-se a seguinte análise:

“A ocupação urbana de Petrolina desenvolve-se através de um parcelamento irregular do solo, apresentando baixas densidades – em média 97 hab/ha – onde os vazios urbanos atingem a ordem de 84 ha, o que corresponde a 5,5% da área ocupada, concorrendo de forma significativa para elevar os custos da urbanização. Os loteamentos vêm se processando de forma espontânea, ocupando cerca de 987 ha e localizam-se, de modo geral, na periferia urbana. A ociosidade destas áreas (vazios urbanos e loteamentos não ocupados) deixam em aberto uma disponibilidade de 1.062 ha com capacidade de abrigar uma população de aproximadamente 103.000 habitantes, considerando-se que permaneçam as densidades existentes” (PDDU, 1983 *apud* IPSA, 2005).

A estrutura urbana de Petrolina possui grande potencial de transformação ao longo do tempo, considerando a existência de grandes vazios urbanos, sendo não parcelados e/ou não ocupados, e de áreas poucos adensadas. Esses vazios se encontram no entorno do Riacho das Porteiras, ao norte do perímetro urbano, na área do Batalhão do Exército e no Distrito Industrial. (CRUZ, 2013).

Por outro lado, as áreas mais consolidadas, em sua maioria no setor Sul do município, seguem sendo adensadas. A Figura 2 apresenta elementos sínteses dessa análise da escala urbana, apresentando as áreas de expansão consolidada e fragmentada, além de indicar o a área central expandida, e as áreas do Batalhão e do Distrito Industrial (PETROLINA, 2018).

Figura 2 – Síntese da leitura do perímetro urbano e seus principais elementos.



Fonte: Petrolina (2018).

Percebe-se a expansão territorial urbana sem planejamento de Petrolina e sua concentrada produção imobiliária é um reflexo do dinamismo econômico da cidade, quando comparada com as demais cidades da região do Vale do São Francisco. A abertura de novas frentes de expansão de investimentos imobiliários caracteriza o quadro atual de urbanização da cidade, destacando-se a ascendente oferta de empreendimentos residenciais murados, com acesso controlado (condomínios e loteamentos fechados) (CRUZ, 2013).

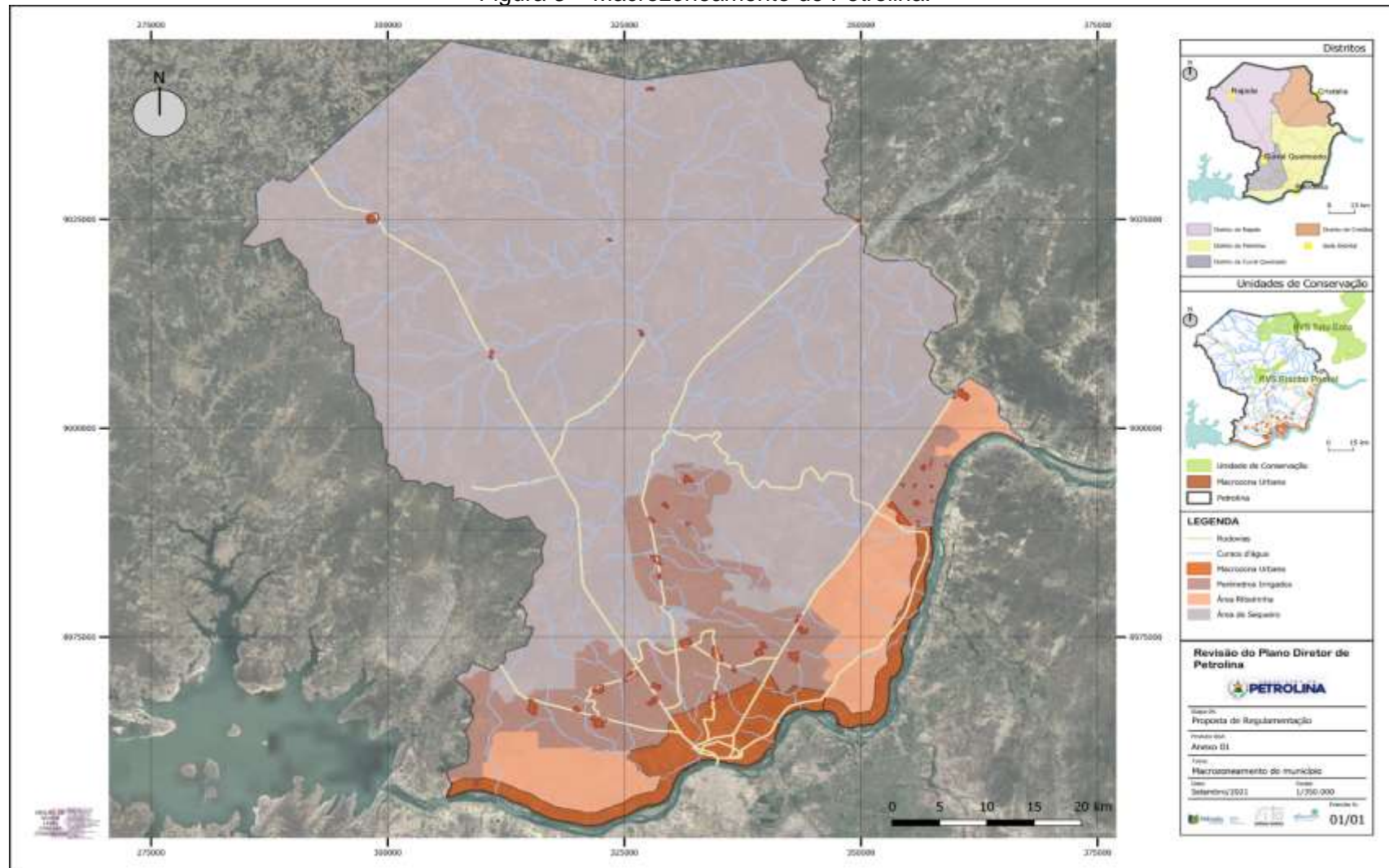
Atualmente, de acordo com a Lei Complementar nº 034/2022, que institui o novo Plano Diretor Participativo do município de Petrolina aprovado (PETROLINA, 2022), foram estabelecidos os zoneamentos dos núcleos que formam a rede urbana, sendo o Zoneamento Urbano da Sede Municipal e o Zoneamento Urbano dos Núcleos Urbanos. A Figura 3 indica o Macrozoneamento do município de Petrolina, mostrando as áreas da Macrozona Urbana, perímetros irrigados, áreas ribeirinhas e áreas de Sequeiro.

O Zoneamento Urbano da Sede Municipal estrutura-se de acordo com quatro estratégias formuladas para promover a compactação da cidade, conservação do meio ambiente, racionalização da infraestrutura e redução dos deslocamentos (PETROLINA, 2022). Essas estratégias são:

- A reabilitação do Centro, revertendo o processo de degradação urbana gerado pela evasão da população e subutilização dos imóveis;
- A substituição de tipologias, diversificando os usos e elevando a densidade populacional em áreas consolidadas;
- A ocupação de vazios, utilizando áreas de melhor infraestrutura e mais próximas dos centros e estimulando novas centralidades nos entroncamentos do sistema viário principal; e
- O disciplinamento da expansão periférica, no perímetro urbano, favorecendo a compactação urbana.

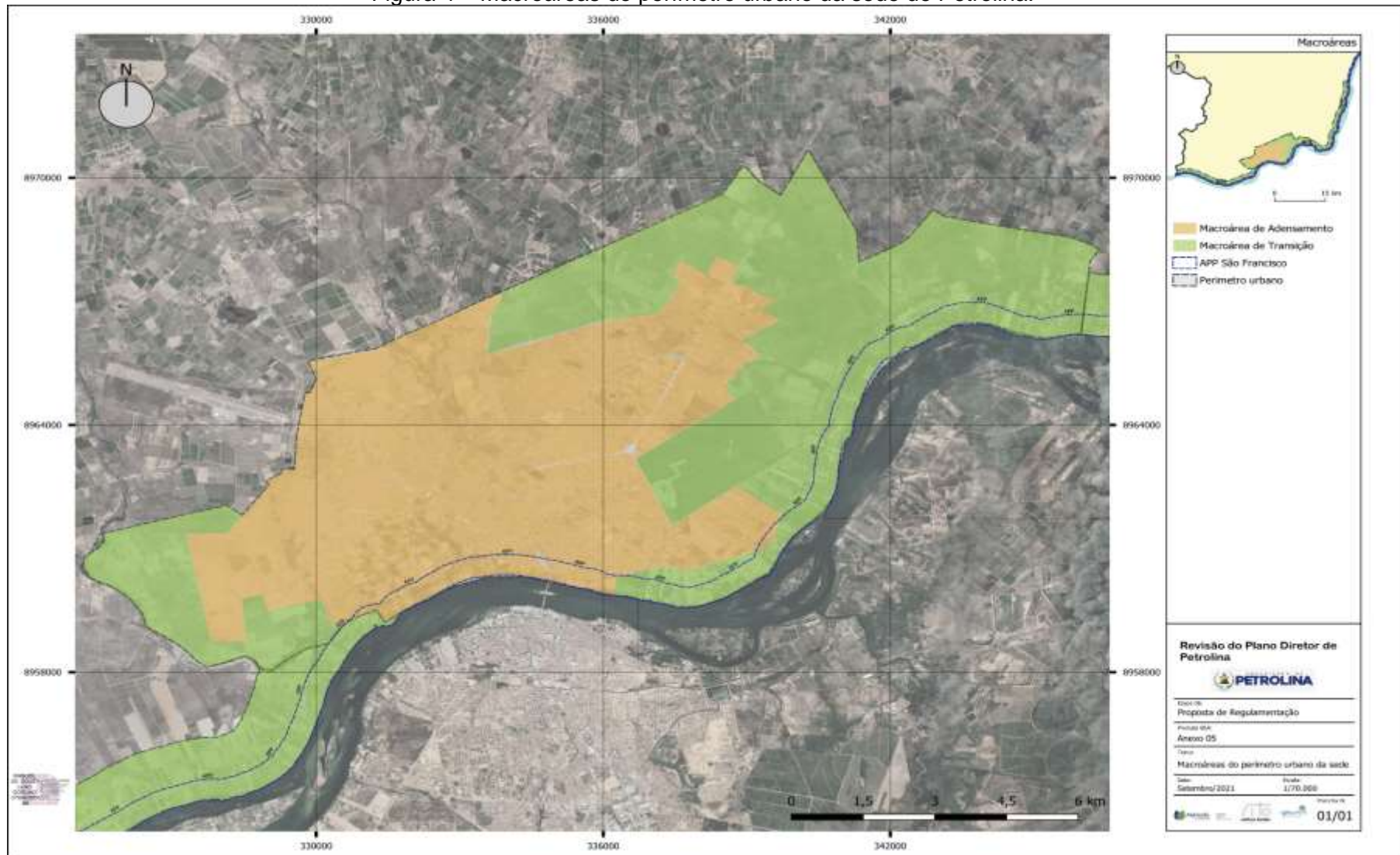
Segundo o novo Plano Diretor de Petrolina (PETROLINA, 2022), a Sede Municipal se divide em duas Macro áreas, a Macroárea de Adensamento e a Macro área de Transição, como pode ser visto na Figura 4. A Macroárea de Adensamento compreende a porção majoritariamente urbanizada, localizada na região central do perímetro urbano. Tem como objetivos a indução da ocupação de áreas vazias, o compartilhamento da infraestrutura de mobilidade entre os diversos modais, o fortalecimento das centralidades e a implantação do Sistema de Espaços Livres.

Figura 3 – Macrozoneamento de Petrolina.



Fonte: Petrolina (2022).

Figura 4 – Macroáreas do perímetro urbano da sede de Petrolina.



Fonte: Petrolina (2022).

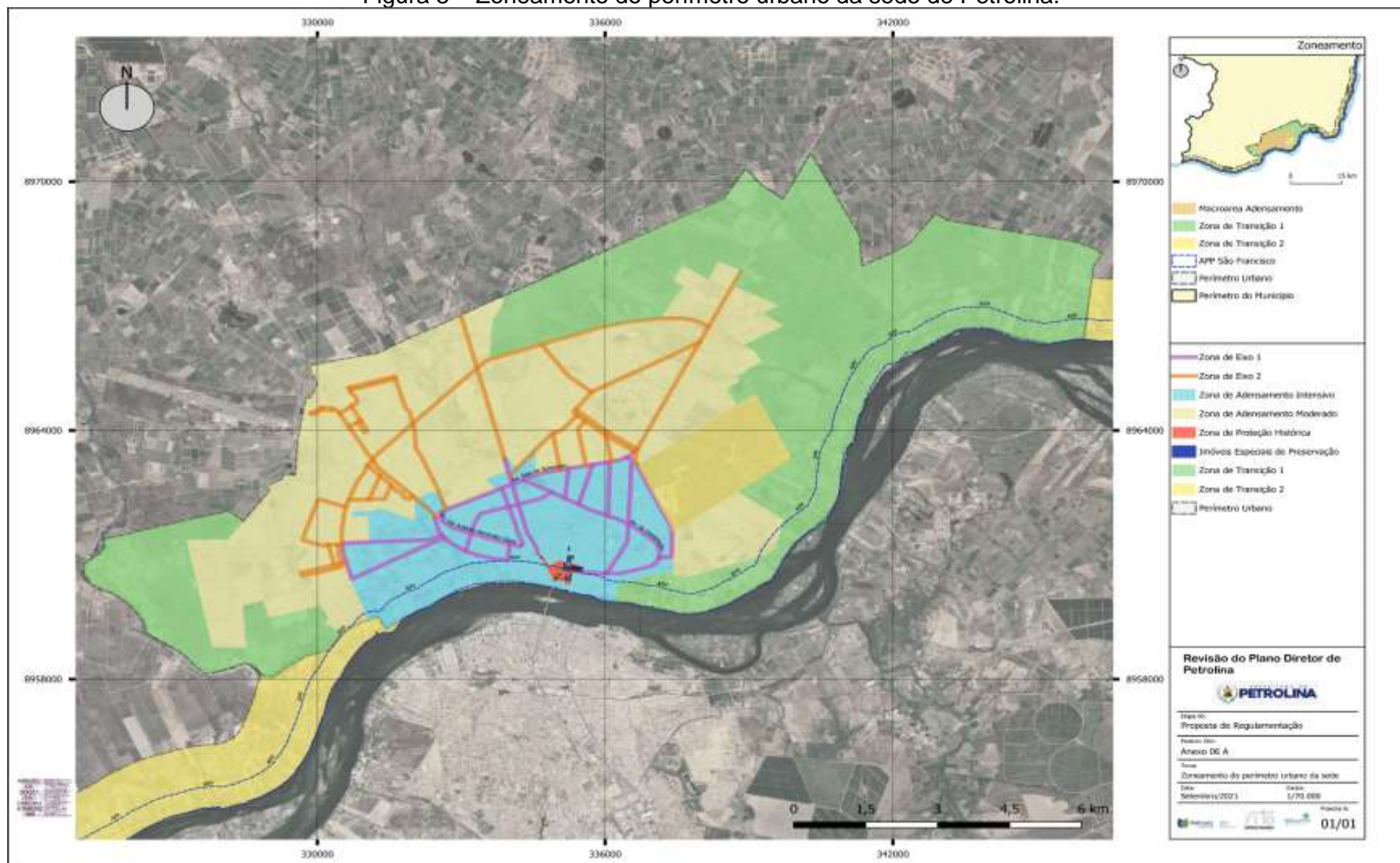
A Macroárea de Adensamento foi subdividida em zonas e setores, conforme mostra a Figura 5.

- Zona de Preservação Histórica (ZPH) – compreende o núcleo de fundação do município, reunindo o principal acervo de edificações e espaços simbólicos da memória e da identidade de Petrolina;
- Imóveis Especiais de Preservação (IEP) – são edificações isoladas ou em conjunto de valor simbólico da memória e da identidade local;
- Zona de Eixo 1 (ZE 1) – compreende os lotes lindeiros aos eixos viários situados na região central da Macroárea de Adensamento;
- Zona de Eixo 2 (ZE 2) – compreende os lotes lindeiros aos eixos viários e demais vias que integram as centralidades locais, situadas na região periférica da Macroárea de Adensamento;
- Zona de Adensamento Intensivo (ZAI) – compreende a região central da Macroárea de Adensamento, dotada de infraestrutura, com usos diversificados;
- Zona de Adensamento Moderado (ZAM) – consiste na região periférica da Macroárea de Adensamento, predominantemente parcelada, dotada de padrões diversificados de infraestrutura, com estoque de glebas e lotes não ocupados.

A Macroárea de Transição compreende a porção predominantemente não urbanizada do perímetro urbano, conforme foi observado na Figura 4 anteriormente. Com os objetivos de disciplinar as expansões de baixa densidade populacional e construtiva, estabelecer padrões de ocupação para ambientes de transição entre o urbano e o rural, implantar centros locais de suporte à expansão urbana, abrigar equipamentos de maior porte e usos de maior incomodidade e de impacto de vizinhança, e implantar o Sistema de Espaços Livres (PETROLINA, 2022), a Macroárea de Transição organiza-se em:

- Zona de Transição 1 – consiste em áreas de expansão nas regiões não urbanizadas do perímetro urbano da sede, na porção central da Macroárea de Transição;
- Zona de Transição 2 – consiste em áreas de expansão nas regiões não urbanizadas do perímetro urbano da sede municipal que se desenvolvem ao longo do Rio São Francisco, nos sentidos de Pedrinhas e de Tapera.

Figura 5 – Zoneamento do perímetro urbano da sede de Petrolina.

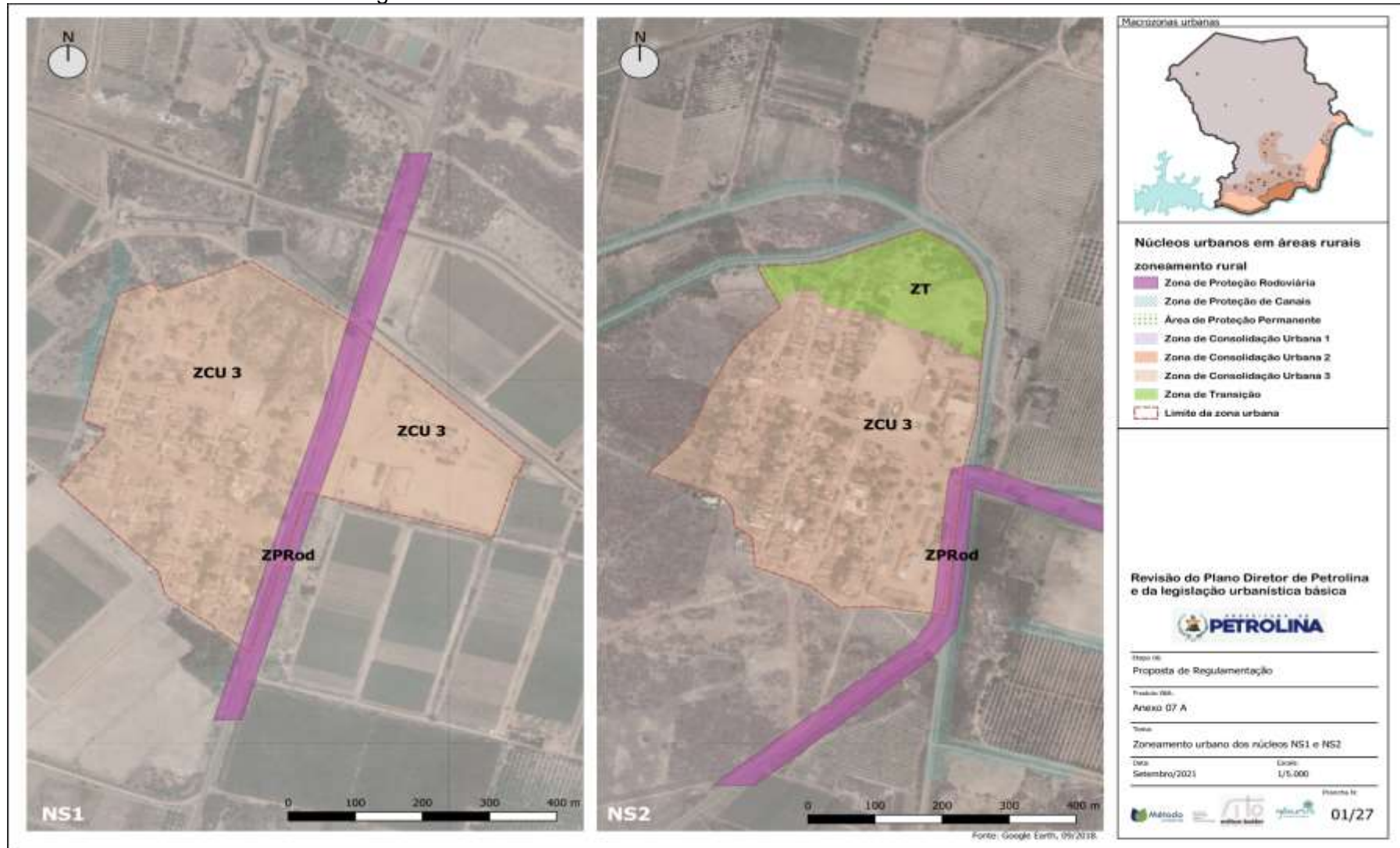


Fonte: Petrolina (2022).

O Zoneamento dos Núcleos Urbanos integra a rede urbana descontínua de Petrolina (PETROLINA, 2022), com exemplos da definição de seus limites podendo ser vistos na Figura 6 e na Figura 7, sendo subdivididos nas zonas listadas a seguir:

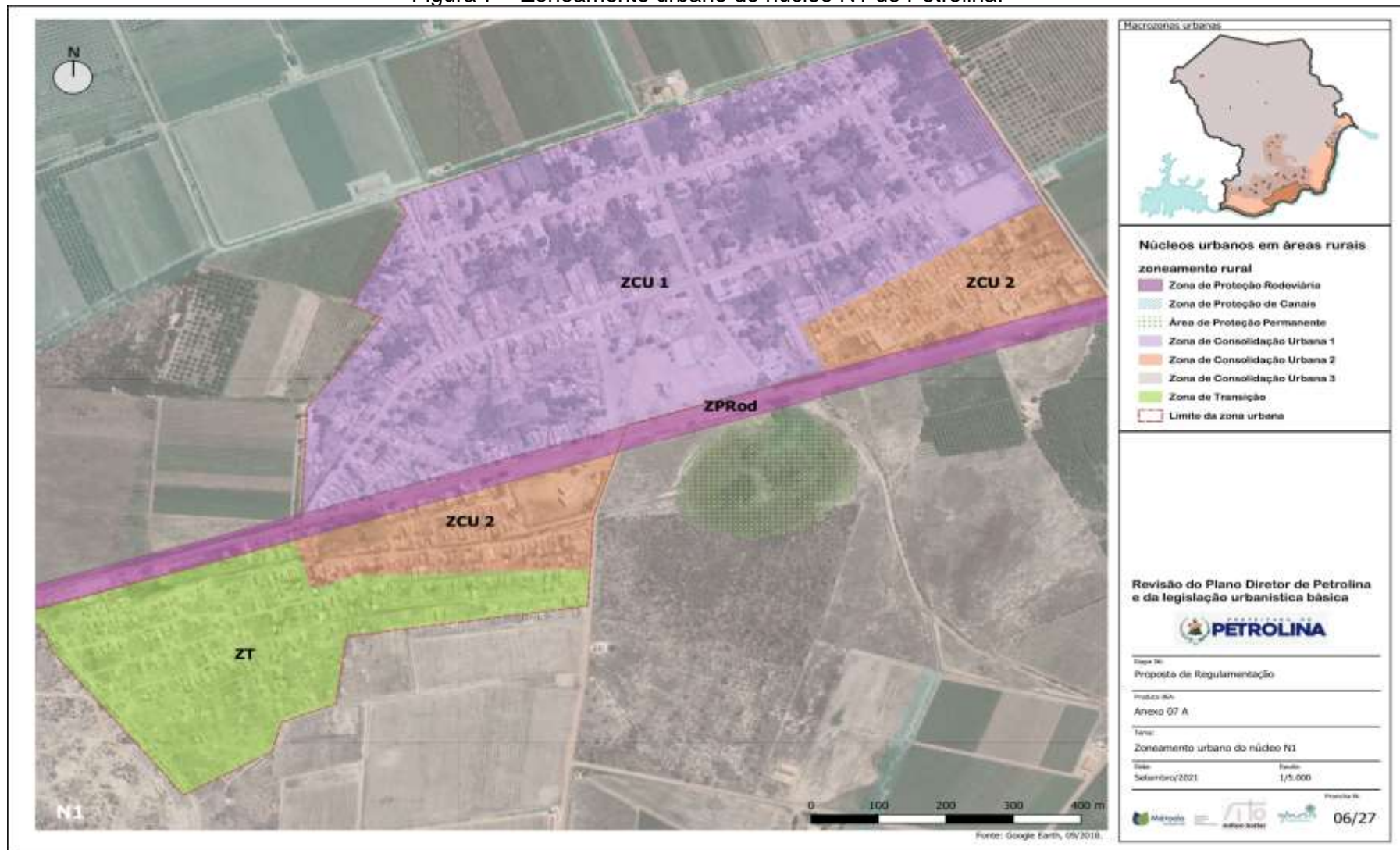
- Zona de Consolidação 1 – consiste nas áreas parceladas e predominantemente ocupadas dos Núcleos Urbanos no perímetro Nilo Coelho, relativo às “Vilas Velhas”;
- Zona de Consolidação 2 – consiste em áreas já parceladas nos núcleos urbanos situadas no perímetro Nilo Coelho e Maria Tereza, relativo às “Vilas Novas”, com infraestrutura e edificações precárias e um estoque significativo de lotes vazios.
- Zona de Consolidação 3 – consiste num padrão de parcelamento comum em Núcleos Urbanos situados no perímetro Bebedouro;
- Zona de Transição – situa-se nas regiões não urbanizadas dos perímetros dos Núcleos Urbanos, destinadas às expansões de baixa densidade populacional e construtiva, caracterizando áreas de transição entre os ambientes urbano e rural.
- Zona Especial de Proteção Rodoviária (ZEPRod) – consiste nas áreas do entorno imediato das rodovias.

Figura 6 – Zoneamento urbano dos núcleos NS1 e NS2 de Petrolina.



Fonte: Petrolina (2022).

Figura 7 – Zoneamento urbano do núcleo N1 de Petrolina.



Fonte: Petrolina (2022).

### 3 LEVANTAMENTO DAS MANCHAS URBANAS

Segundo o IBGE (2021), as áreas urbanizadas resultam do mapeamento das manchas urbanas dos núcleos urbanos, visando acompanhar o estágio de urbanização do território em questão. Obtém-se o mapeamento das manchas urbanas empregando imagens de satélite, que gera uma camada vetorial delimitando as áreas construídas das cidades, atendendo a uma demanda crescente da sociedade e do Estado, buscando entender o histórico de expansão das cidades e compreender dinâmicas geográficas recentes em curso no território estudado.

Utilizou-se imagens orbitais dos satélites LANDSAT 5 e 8 para obter as manchas urbanas atuais e projetadas para o horizonte de 20 anos na cidade de Petrolina/PE (INPE, 2021). Para a manipulação das imagens e edição dos mapas, o autor utilizou o software QGIS (QGIS, 2021). Assim, foi delimitado o contorno vetorial das manchas urbanas e calculadas as áreas urbanizadas. Este contorno vetorial do município de Petrolina, nos diferentes anos utilizados, baseou-se em uma diferenciação de cores, de acordo com as bandas utilizadas no software.

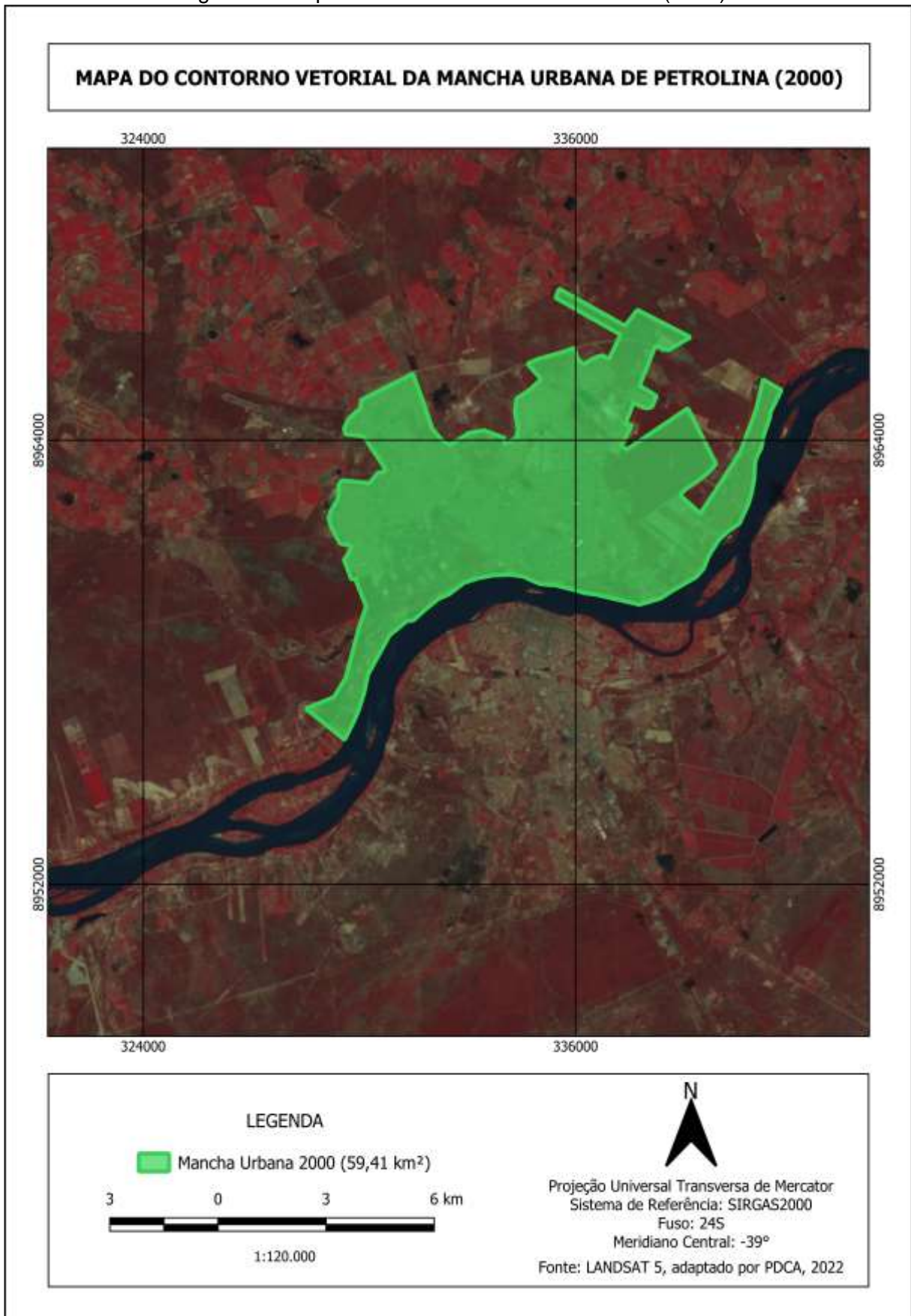
A seguir, pode ser visto da Figura 8 a Figura 13 o contorno da mancha urbana de Petrolina para os anos estudados.

Figura 8 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (1990).



Fonte: PDCA (2022).

Figura 9 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2000).



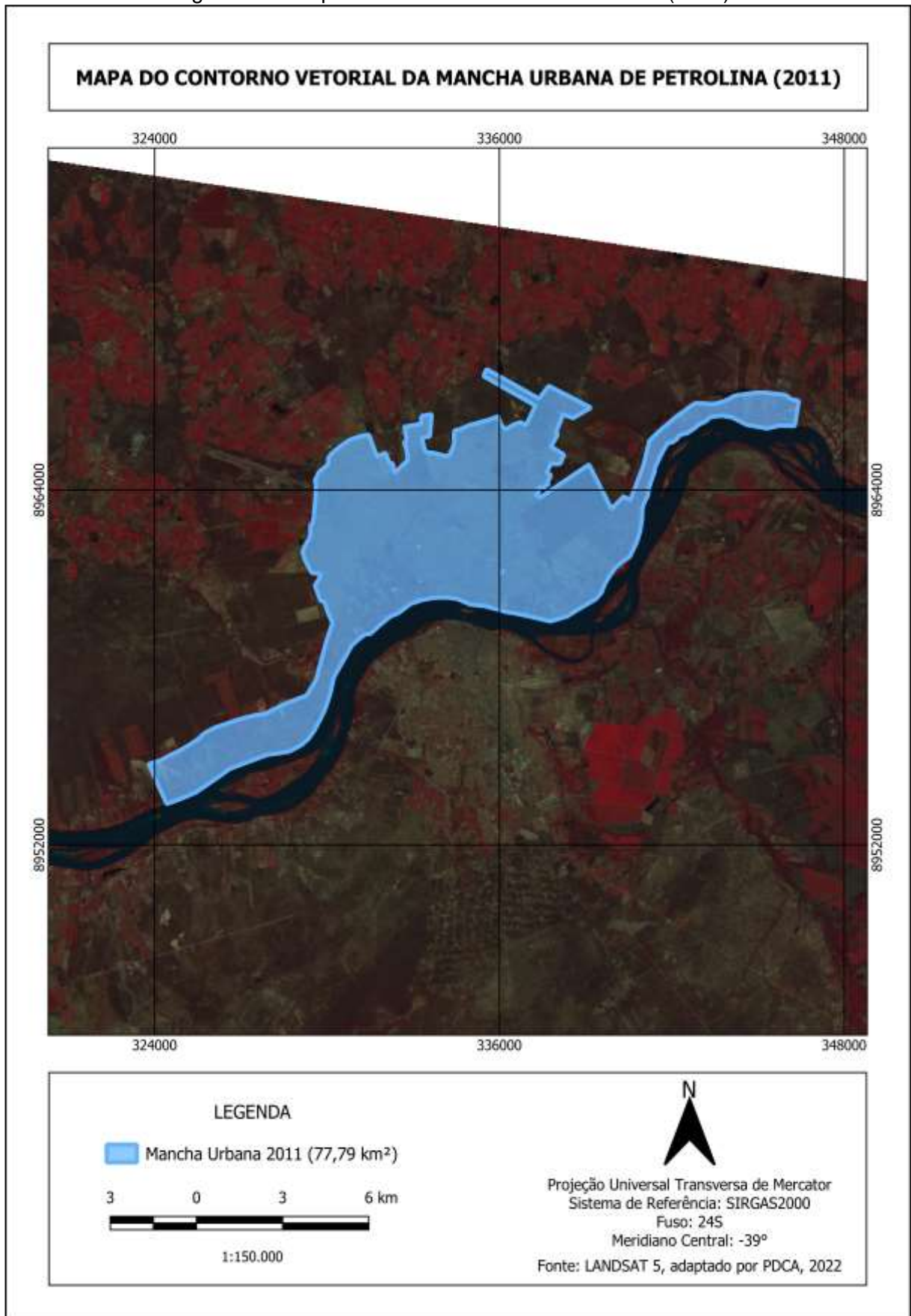
Fonte: PDCA (2022).

Figura 10 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2005).



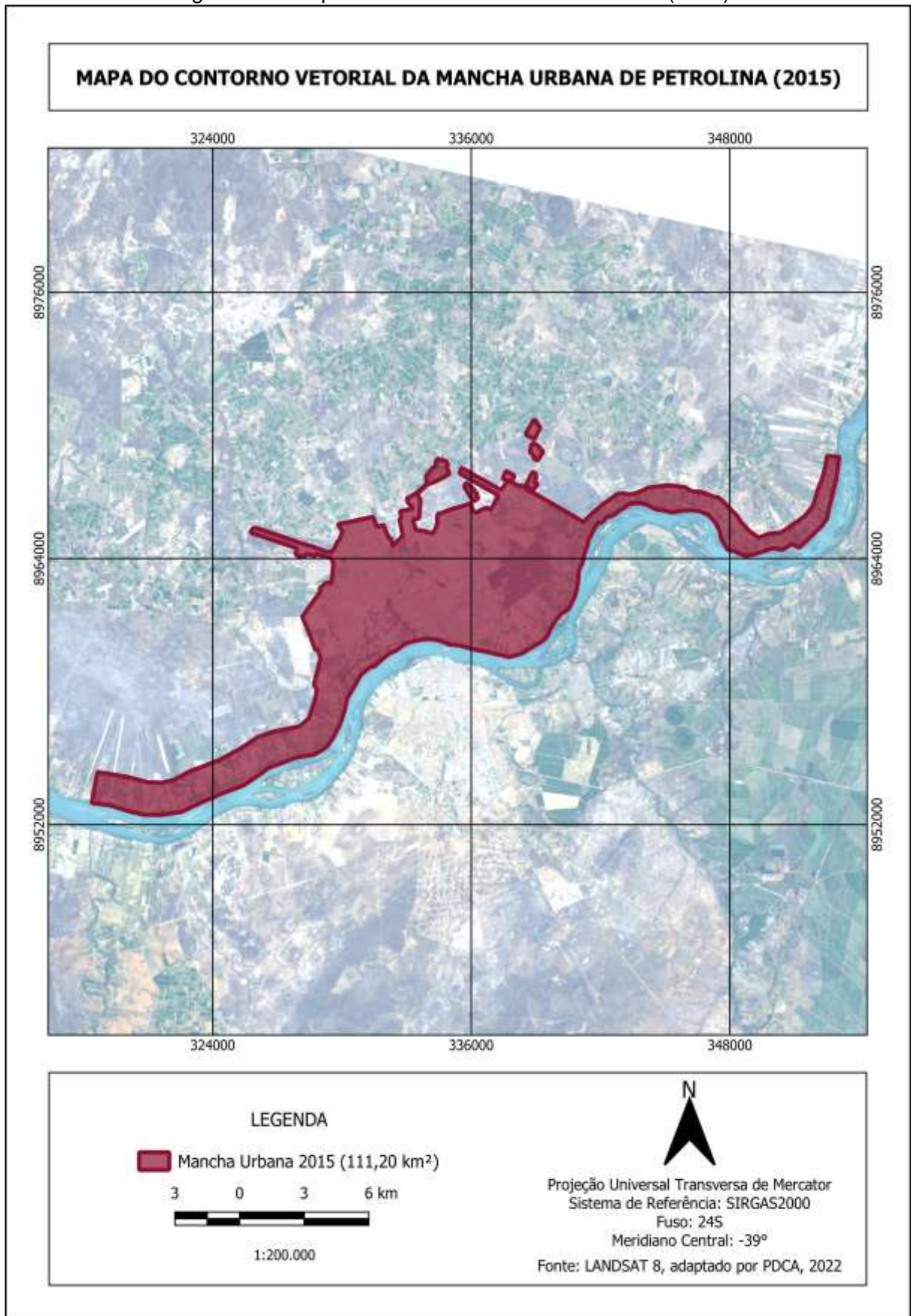
Fonte: PDCA (2022).

Figura 11 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2011).



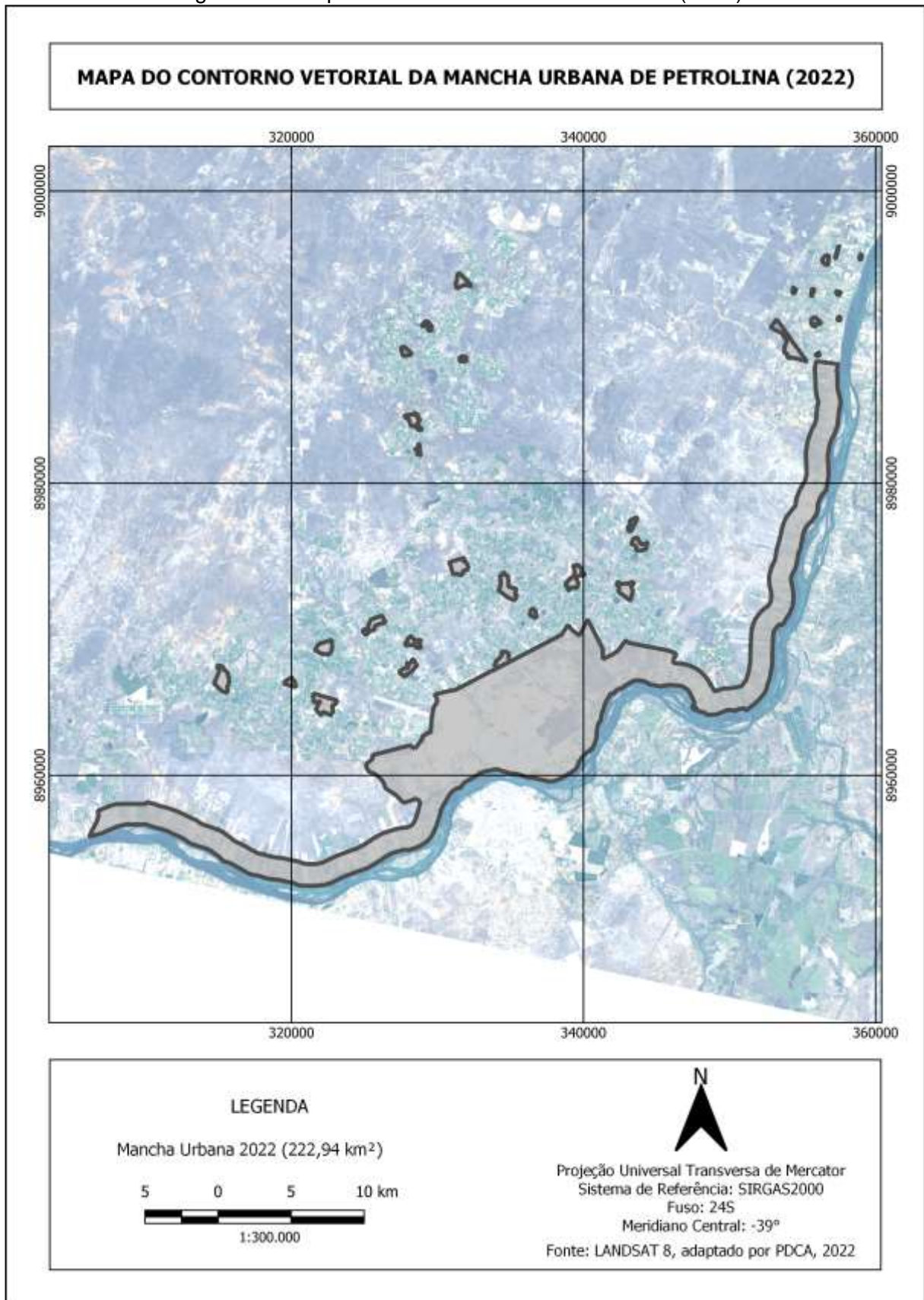
Fonte: PDCA (2022).

Figura 12 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2015).



Fonte: PDCA (2022).

Figura 13 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina (2022).

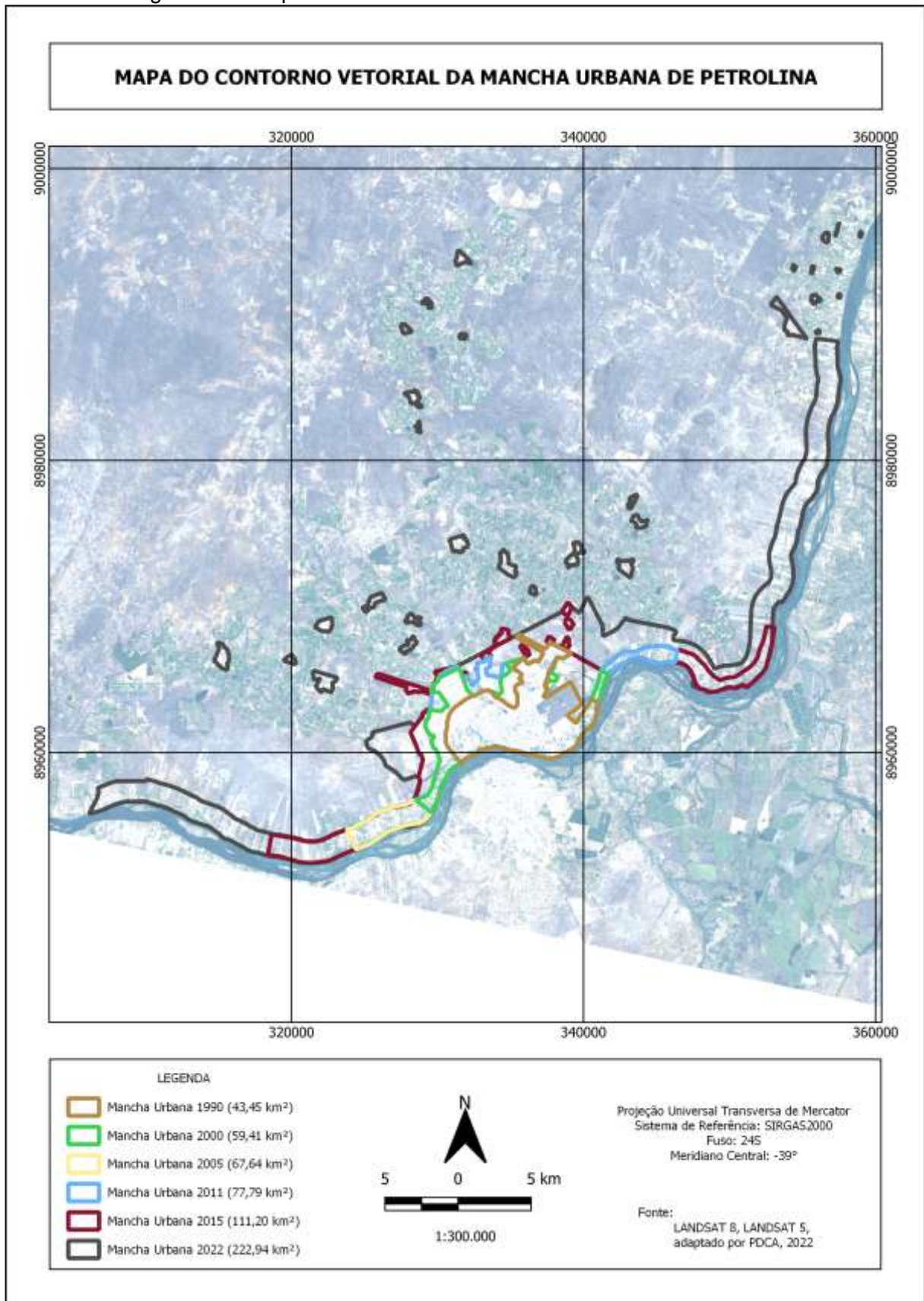


Fonte: PETROLINA (2022); adaptado por PDCA (2022).

A partir dos mapas apresentados anteriormente, percebe-se que o município de Petrolina teve crescimento principalmente nos setores norte e oeste, pelo fato da área urbana se situar na extremidade sul do município. Atualmente, conforme o novo Plano Diretor de Petrolina (PETROLINA, 2022), a expansão da área urbana de 2020 a 2022 foi acelerada pelas Zonas de Consolidação Urbana, áreas ao norte da sede do município, que constituem a base da ocupação dos Núcleos Urbanos, desenvolvidos a partir dos parcelamentos originais desses territórios.

Pode ser visto na Figura 14 o mapa que representa a evolução da mancha urbana de forma agregada, evidenciando o processo de expansão urbana de Petrolina. A partir dos contornos das manchas urbanas para cada período, calculou-se a área de cada uma delas. Os dados aferidos podem ser observados na Tabela 1.

Figura 14 – Mapa da Mancha Urbana de Petrolina de 1990 a 2022.



Fonte: PETROLINA (2022); adaptado por PDCA (2022).

Tabela 1 – Áreas das manchas urbanas de Petrolina.

Ano	Área (km <sup>2</sup> )	Aumento da área (km <sup>2</sup> )
1990	43,45	-
2000	59,41	15,96
2005	67,64	8,23
2011	77,79	10,15
2015	111,20	33,41
2020	204,26	93,06
2022	222,94	18,68

Fonte: PDCA (2022).

Observa-se que, no período analisado de 32 anos, a área da mancha urbana aumentou cerca de 413,11%. Além disso, a Tabela 2 mostra a porcentagem de crescimento da mancha urbana de um período para outro, podendo-se observar alguns picos de crescimento urbano ao longo do período analisado. Os picos de crescimento da área urbana (nos períodos entre 1990 e 2000, e entre 2011 e 2020) estão ligados aos fatores anteriormente citados.

Tabela 2 – Aumento das manchas urbanas de Petrolina.

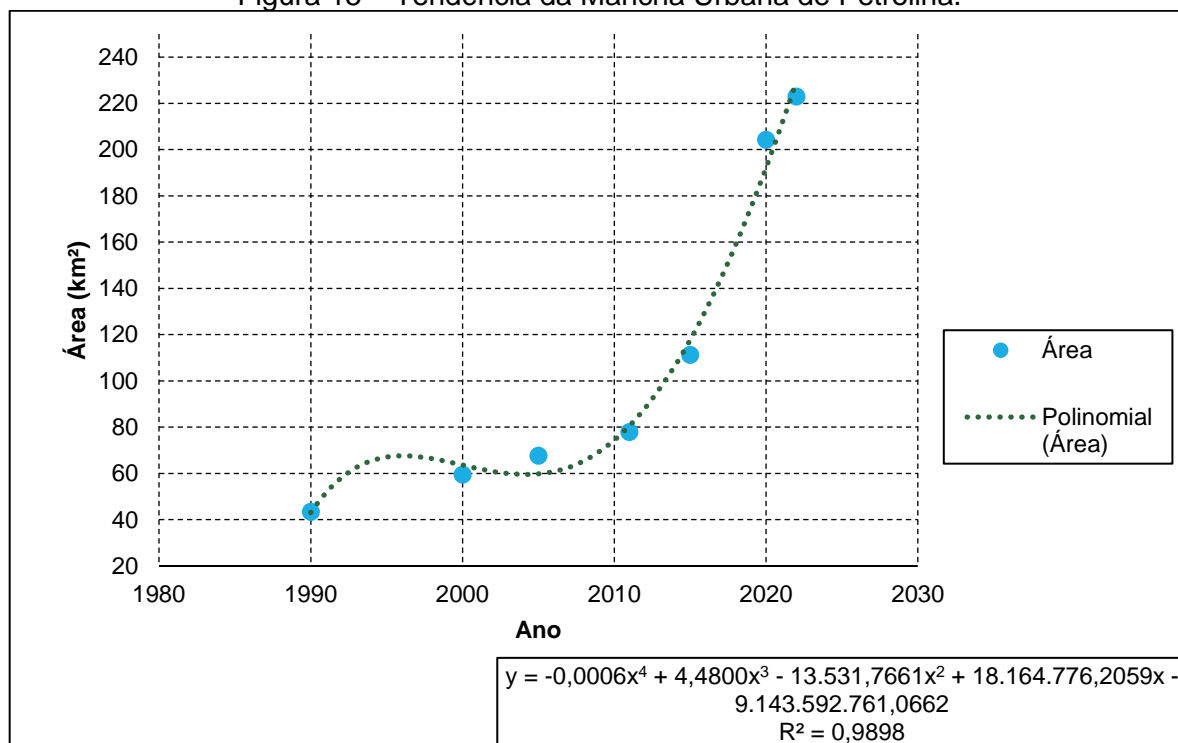
Ano	Área (km <sup>2</sup> )	Aumento da área (%)
1990	43,45	-
2000	59,41	36,7%
2005	67,64	13,8%
2011	77,79	15,0%
2015	111,20	42,9%
2020	204,26	83,7%
2022	222,94	9,1%

Fonte: PDCA (2022).

Com os valores das áreas das manchas de urbanização apresentados anteriormente, elaborou-se a linha de tendência para a estimativa de crescimento urbano em Petrolina, podendo ser vista na Figura 15. No eixo Y, estão os valores de área da mancha urbana de Petrolina, em km<sup>2</sup>, e os valores dos anos analisados estão no eixo X. A linha pontilhada indica a tendência desses valores.

Com esses dados analisados, obtidos a partir da equação de regressão gerada pela análise de dados do software EXCEL, elaborou-se a Tabela 3, que mostra os valores das áreas das manchas urbanas projetadas para o horizonte de 20 anos. Assim, observam-se as disparidades entre os dados observados e os dados calculados pela linha de tendência. Verificou-se que a área da mancha urbana de Petrolina tende a ser de 454,72 km<sup>2</sup> em 2042, um aumento de cerca de 103,96% com relação à área da mancha urbana em 2022.

Figura 15 – Tendência da Mancha Urbana de Petrolina.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 3 – Áreas observadas e calculadas por regressão das manchas urbanas de Petrolina.

Ano	Área observada (km <sup>2</sup> )	Área calculada (km <sup>2</sup> )
1990	43,45	43,03
2000	59,41	63,62
2005	67,64	59,78
2011	77,79	80,56
2015	111,20	117,82
2020	204,26	192,25
2022	222,94	229,57
2025	-	291,40
2030	-	400,70
2035	-	454,50
2042	-	454,72

Fonte: PDCA (2022).

Os dados da coluna “Área observada” representam os valores obtidos por meio da análise da mancha urbana de cada ano, e os dados da coluna “Área calculada” representam os valores obtidos por meio da fórmula proveniente da regressão polinomial de 4ª ordem realizada, a que mais se adequa à série de dados utilizados. Para obter os valores estimados da área da mancha urbana futura, substituiu-se o valor de x na fórmula pelo ano

futuro analisado (2025, 2030, 2035 e 2042), seguindo, assim, a tendência dos valores dos anos anteriores.

Aliado a projeção da mancha urbana do município de Petrolina, foi realizada a estimativa da população projetada da cidade, para horizonte de 20 anos. Essa estimativa possui grande importância para o cálculo de indicadores sociodemográficos, fornecendo subsídios para implementar políticas públicas e avaliar posteriormente seus respectivos programas, além de estratégias de planejamento e gestão do setor provado.

Para a estimativa da população de Petrolina no ano de 2041, utilizou-se o Método Geométrico. Este método resulta em um cenário de crescimento mais otimista para o município, considerando a expansão econômico-social de Petrolina. Considerou-se a população inicial como sendo a população de Petrolina do censo de 2010, com 293.962 habitantes, e a final como sendo a população estimada de Petrolina em 2021, com 359.372 habitantes, aplicou-se o método geométrico, utilizando a Equação 1:

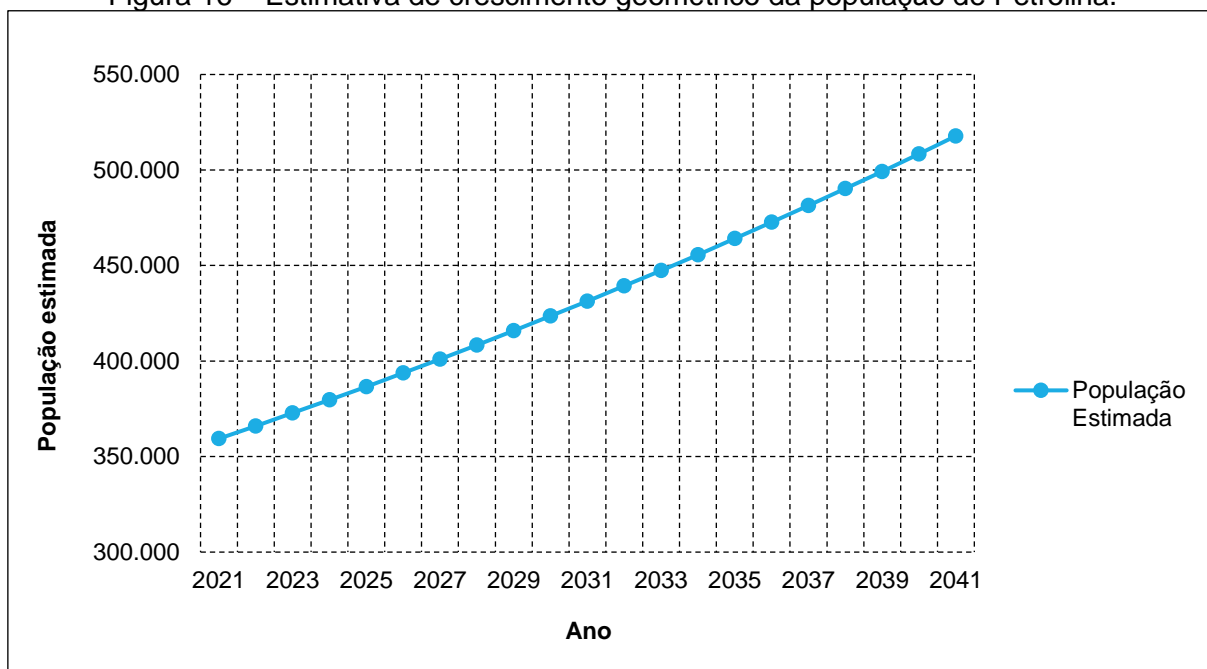
$$r = \left[ \left( \sqrt[n]{\frac{P_t}{P_0}} \right) - 1 \right] \times 100 \Leftrightarrow r = \left[ \left( \sqrt[11]{\frac{359.372}{293.962}} \right) - 1 \right] \times 100 \Leftrightarrow r = 1,843 \quad (1)$$

A taxa geométrica de crescimento anual da população aferida foi de 1,843. A partir dessa taxa, calcula-se a população projetada para o horizonte de 20 anos, a partir da Equação 2, com uma estimativa de 517.829 habitantes em Petrolina no ano de 2041.

$$P_n = P_0(1 + r)^t = P_n = 359.372(1 + 0,01843)^{20} = P_n = 517.829 \text{ hab} \quad (2)$$

A Figura 16 abaixo mostra o gráfico com o crescimento geométrico da população estimada do ano de 2021 até o ano de 2041. A Tabela 4 mostra o número de habitantes estimado anualmente para a cidade.

Figura 16 – Estimativa de crescimento geométrico da população de Petrolina.



Fonte: PDCA (2021).

Tabela 4 – População anual estimada de Petrolina.

População Estimada	Ano
359.372	2021
365.996	2022
372.742	2023
379.613	2024
386.610	2025
393.736	2026
400.993	2027
408.384	2028
415.912	2029
423.578	2030
431.385	2031
439.336	2032
447.434	2033
455.682	2034
464.081	2035
472.635	2036
481.346	2037
490.219	2038
499.254	2039
508.457	2040
517.829	2041

Fonte: PDCA (2021).

#### 4 ESTUDOS HIDROLÓGICOS

A precipitação é o elemento meteorológico de maior variabilidade espacial e temporal no semiárido. Os dados de precipitação do município de Petrolina foram obtidos pela estação pluviométrica convencional 82983 do INMET (2021), onde pode ser visto na Tabela 5 as informações referentes a esta estação.

Tabela 5 – Dados referentes a estação pluviométrica de Petrolina.

<b>Estação</b>	<b>Petrolina</b>
UF	PE
Situação	Operante
Latitude	9° 23' 19.0" S
Longitude	40° 31' 24.0" O
Altitude	372,54
Data de Instalação	31/12/1940
Código	82983

Fonte: INMET (2021).

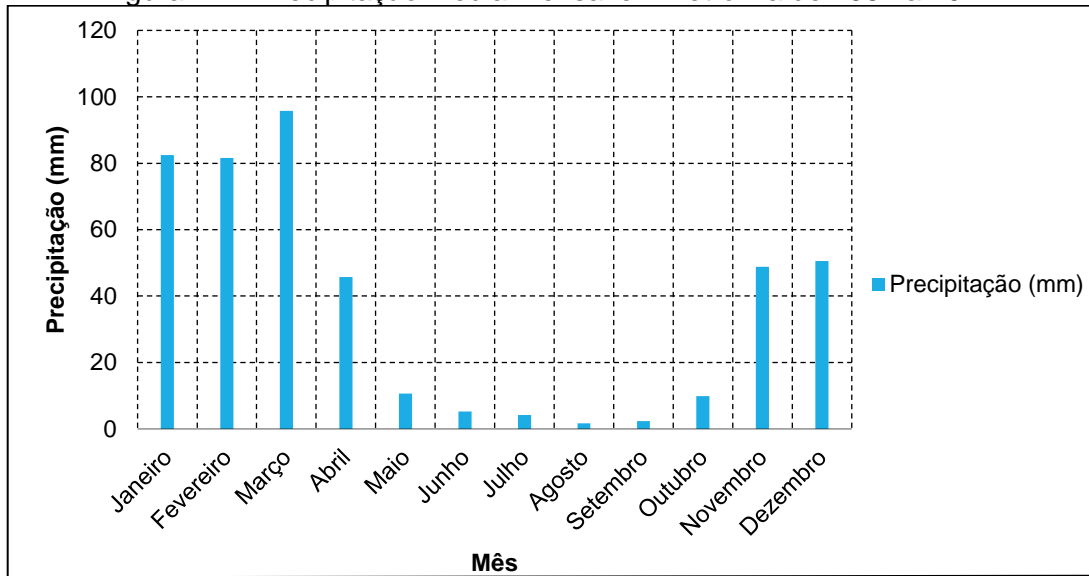
Os dados abaixo, conforme a Tabela 6 e a Figura 17, representam a precipitação (média) de Petrolina, para cada mês, da estação 82983 do INMET (2021). Foram considerados dados de 41 anos (1981 a 2021).

Tabela 6 – Precipitação média mensal de série de 41 anos em Petrolina.

<b>.Mês</b>	<b>Precipitação (mm)</b>
Janeiro	82,5
Fevereiro	81,6
Março	95,7
Abril	45,7
Maio	10,7
Junho	5,2
Julho	4,2
Agosto	1,6
Setembro	2,4
Outubro	9,9
Novembro	48,8
Dezembro	50,6
<b>Anual</b>	<b>438,9</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 17 – Precipitação média mensal em Petrolina de 1981 a 2021.

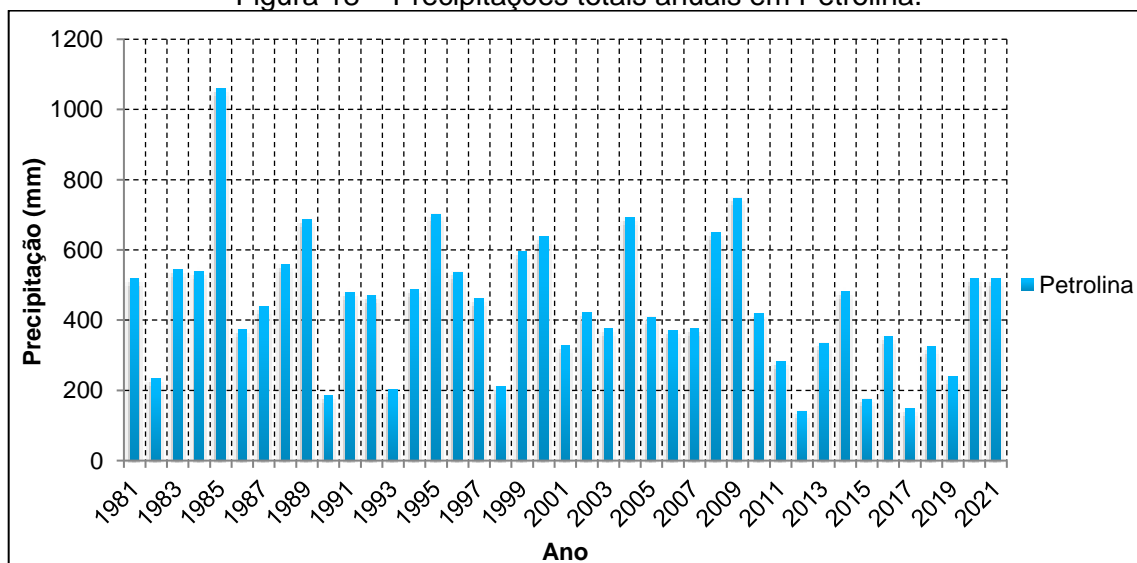


Fonte: INMET (2021).

O total anual médio é da ordem de 439 mm. O período chuvoso concentra-se entre os meses de novembro a abril. A quadra chuvosa, de janeiro a abril, contribui com cerca de 70% do total anual, destacando-se os meses de março e o de agosto como o mais e o menos chuvoso, com totais médios de 95,7 mm e 1,6 mm (INMET, 2021).

Conforme a Figura 18, que mostra as precipitações totais anuais na série histórica analisada de Petrolina, o ano com maior precipitação acumulada foi 1985, com 1059 mm, enquanto o ano com menor precipitação acumulada foi 2012, com 141 mm.

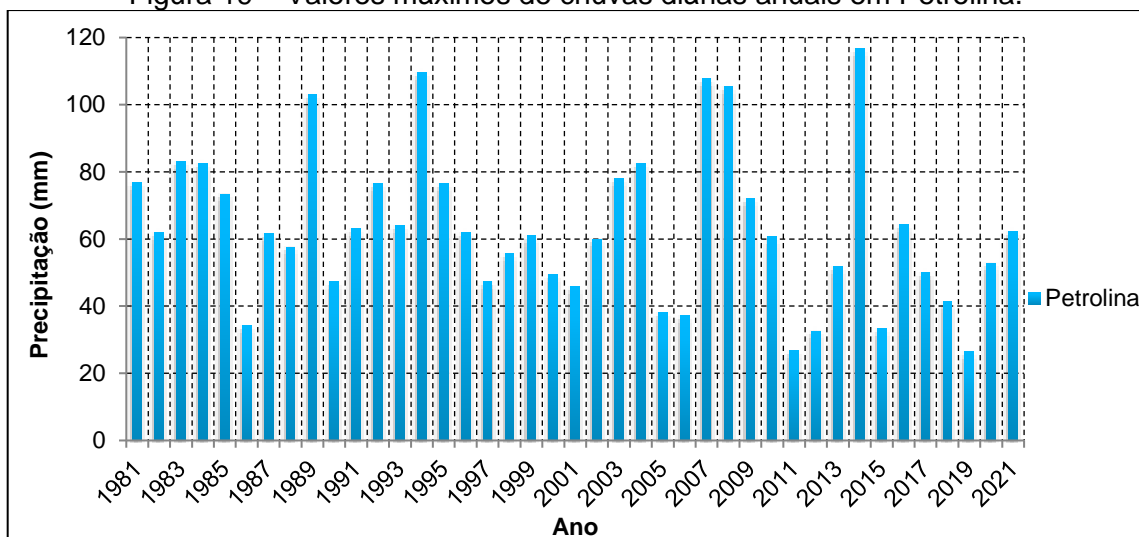
Figura 18 – Precipitações totais anuais em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

A Figura 19 mostra os valores das chuvas máximas diárias anuais para o posto do município de Petrolina. A precipitação diária máxima ocorreu no ano de 2014, com valor de 116,6 mm. Em 2019, ocorreu a precipitação com menor valor, 26,4 mm.

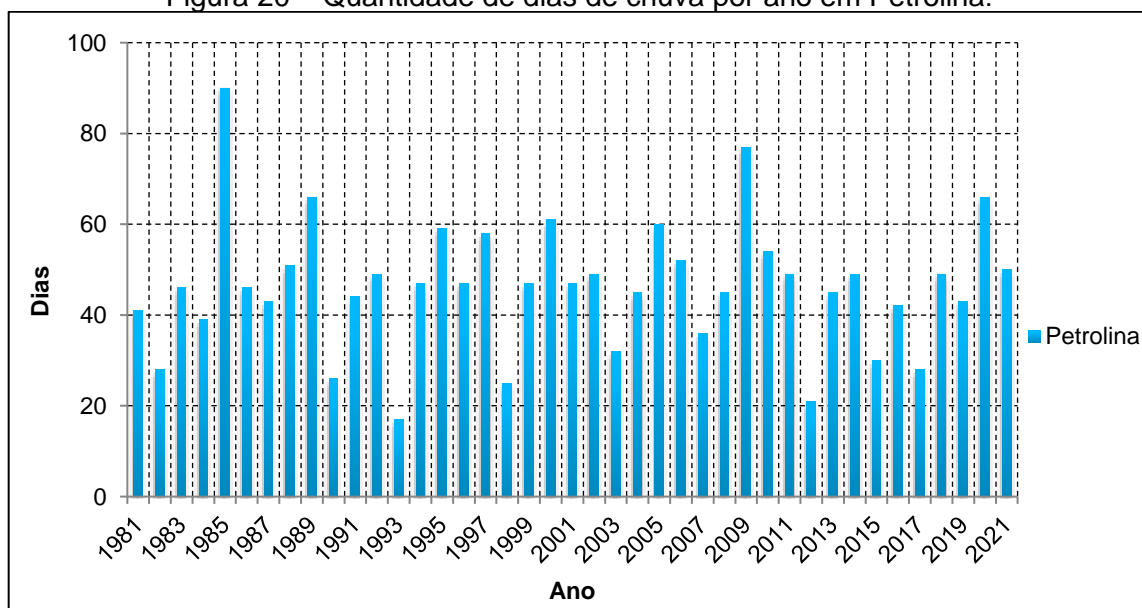
Figura 19 – Valores máximos de chuvas diárias anuais em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

Pode ser visto na Figura 20 a quantidade de dias de chuva por ano em Petrolina na série histórica apresentada anteriormente. O ano com mais dias de chuva foi 1985, com 90 dias chuvosos, enquanto que o ano com menos dias de chuva foi 1993, com 17 dias chuvosos.

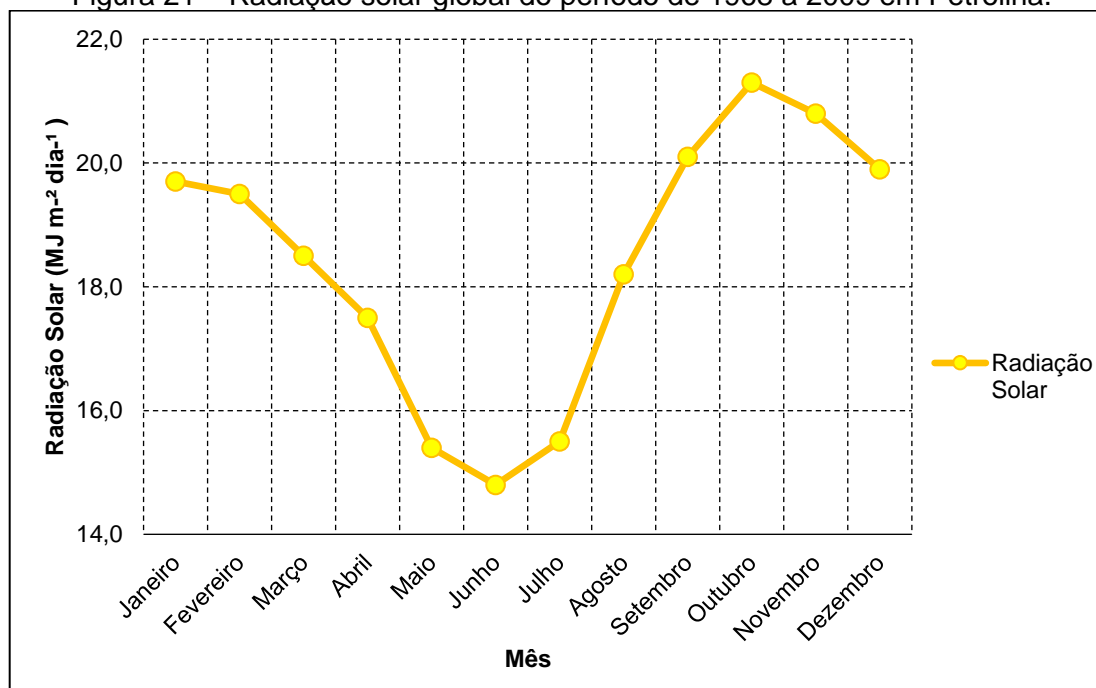
Figura 20 – Quantidade de dias de chuva por ano em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

O índice de radiação solar é a soma da radiação solar incidente e difusa, representando a maior fonte de energia nos processos fotossintéticos e evaporativos, sendo a insolação uma medida indireta desta energia (EMBRAPA, 2010). Os dados médios mensais de radiação solar para o período de 1968 a 2009 em Petrolina/PE são apresentados na Figura 21. O maior valor de  $21,3 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  ( $508 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) é registrado no mês de outubro, enquanto o menor acontece no mês de junho, em torno de  $14,7 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  ( $351 \text{ cal cm}^{-2} \text{ dia}^{-1}$ ) em Petrolina.

Figura 21 – Radiação solar global do período de 1968 a 2009 em Petrolina.



Fonte: EMBRAPA (2010).

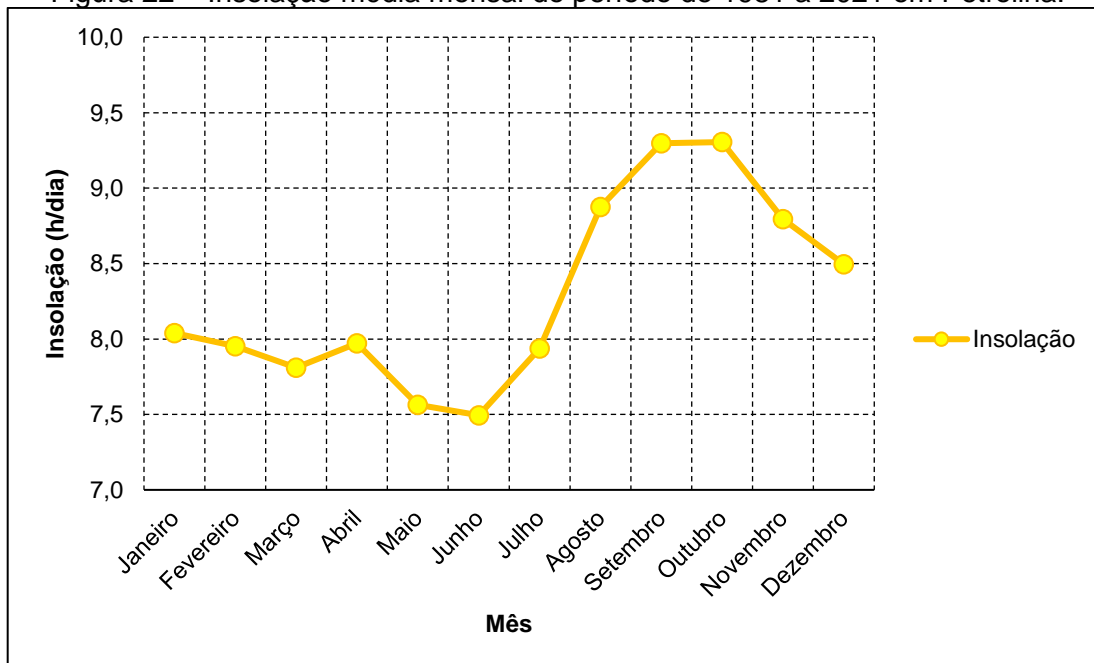
A Tabela 7 e a Figura 22 apresentam os valores médios de insolação no período de 1981 a 2021 em Petrolina. Os meses com maiores valores correspondem ao período mais seco do ano entre agosto e novembro, com valor de 9,31 horas/dia no mês de outubro. Os menores valores são registrados no período de abril a julho, com registro de média de 7,49 horas/dia no mês de junho (INMET, 2021). A região possui uma oferta bastante alta de radiação solar, apresentando elevados valores tanto de insolação quanto de radiação solar global, com média de 8,3 horas/dia de brilho solar e  $18,2 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$  de irradiância solar (EMBRAPA, 2010).

Tabela 7 – Insolação média mensal de série de 41 anos em Petrolina.

Mês	Insolação (h/dia)
Janeiro	8,04
Fevereiro	7,95
Março	7,81
Abril	7,97
Maio	7,56
Junho	7,49
Julho	7,94
Agosto	8,88
Setembro	9,30
Outubro	9,31
Novembro	8,79
Dezembro	8,49
<b>Anual</b>	<b>8,30</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 22 – Insolação média mensal do período de 1981 a 2021 em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

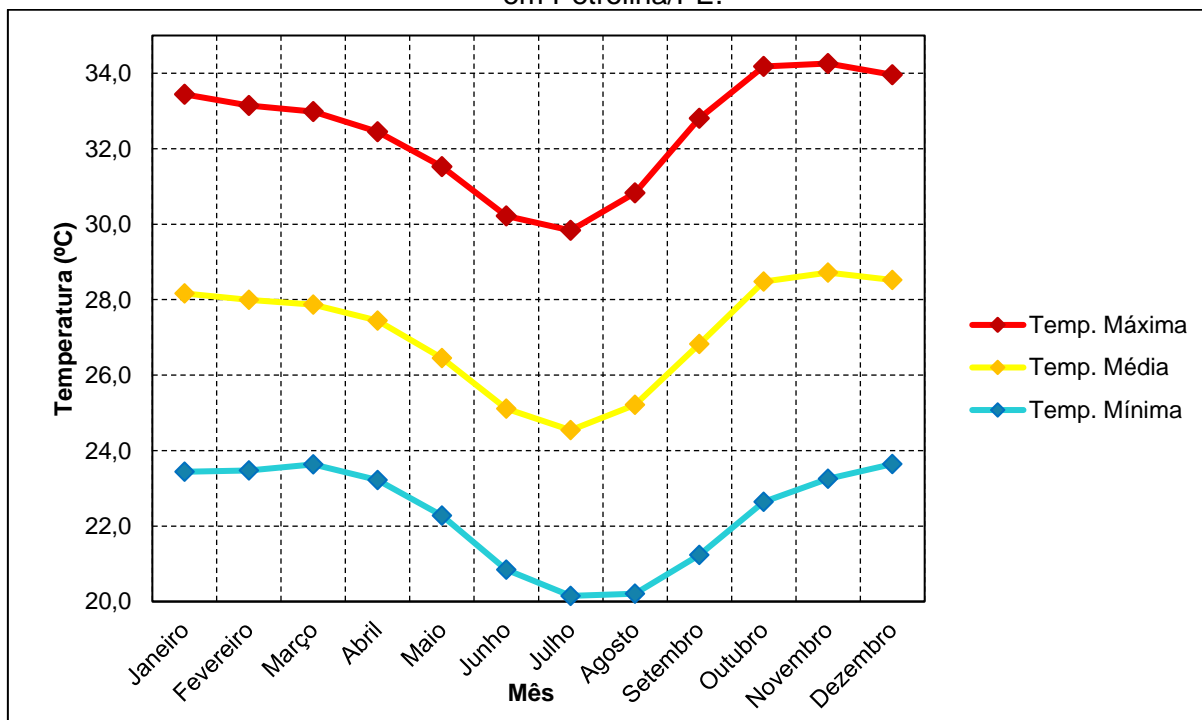
A temperatura do ar atua no processo de evaporação, porque o ar aquecido próximo à superfície de água transfere energia na forma de fluxo de calor sensível aumentando as taxas evaporativas (NUNEZ-ELISEA e DAVENPORT, 1995). A Tabela 8 e a Figura 23 mostram a variação anual média dos dados de temperatura máxima, média e mínima do ar na estação 82983, em Petrolina/PE, para o período de 1981 a 2021.

Tabela 8 – Temperaturas máxima, média e mínima mensais de série de 41 anos em Petrolina.

Mês	Temp. Máxima (°C)	Temp. Média (°C)	Temp. Mínima (°C)
Janeiro	33,4	28,2	23,4
Fevereiro	33,1	28,0	23,5
Março	33,0	27,9	23,6
Abril	32,4	27,4	23,2
Mai	31,5	26,5	22,3
Junho	30,2	25,1	20,8
Julho	29,8	24,5	20,2
Agosto	30,8	25,2	20,2
Setembro	32,8	26,8	21,2
Outubro	34,2	28,5	22,6
Novembro	34,3	28,7	23,3
Dezembro	34,0	28,5	23,6
<b>Anual</b>	<b>32,5</b>	<b>27,1</b>	<b>22,4</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 23 – Temperatura máxima, média e mínima mensal do ar no período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE.



Fonte: INMET (2021).

Em Petrolina, as normais mensais de temperatura média do ar variaram de 24,5 °C a 28,7 °C, enquanto as de temperatura máxima e de mínima variaram de 29,8 °C a 34,3 °C e de 20,2 °C a 23,6 °C, respectivamente (INMET, 2021). Confirma-se uma pequena amplitude térmica anual, atribuída à proximidade da região em relação ao equador terrestre, com

desvio padrão menor que 2,0 °C e coeficiente de variação máximo de 6,0%. Em decorrência das pequenas latitudes, a variabilidade térmica anual é pequena. Os meses mais quentes são outubro e novembro, que coincidem com a época em que o Sol está culminando na região e os mais frios são junho e julho, quando o sol está culminando no Trópico de Câncer.

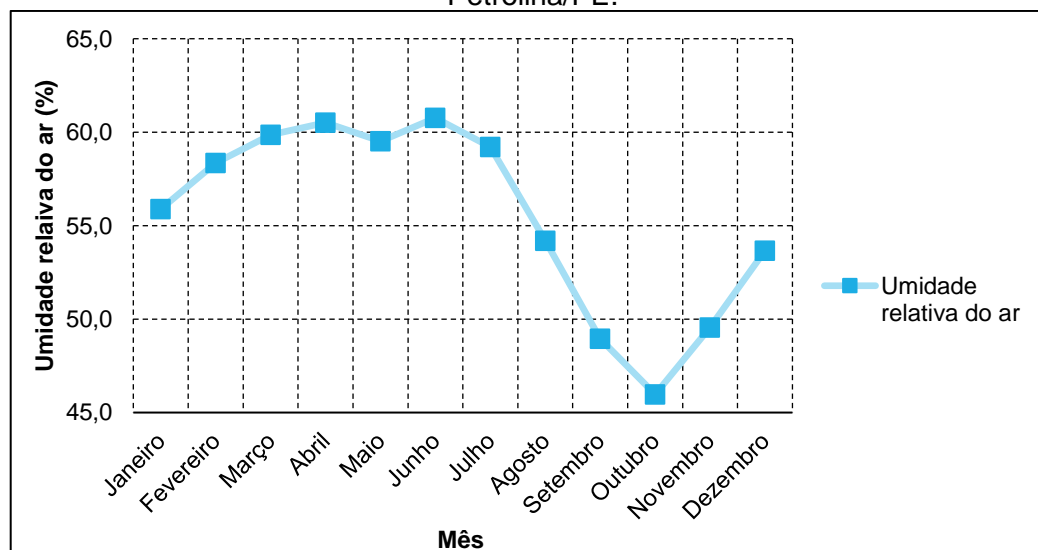
Em regiões semiáridas, elevados valores de déficit de pressão de vapor, que estão associados a baixos valores de umidade relativa do ar, promovem altas taxas evaporativas. Os dados de umidade relativa do ar para o período de 1981 a 2021 de Petrolina são apresentados na Tabela 9 e na Figura 24 (INMET, 2021).

Tabela 9 – Umidade relativa do ar média mensal de série de 41 anos em Petrolina.

Mês	Umidade relativa do ar (%)
Janeiro	55,9
Fevereiro	58,4
Março	59,9
Abril	60,5
Maio	59,5
Junho	60,8
Julho	59,2
Agosto	54,2
Setembro	49,0
Outubro	46,0
Novembro	49,6
Dezembro	53,7
<b>Anual</b>	<b>55,5</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 24 – Umidade média relativa do ar mensal do período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE.



Fonte: INMET (2021).

Os meses mais úmidos correspondem àqueles do período chuvoso. Nesse período, a umidade relativa do ar varia em média de 60% a 61%. Os menores valores ocorrem nos meses de setembro e novembro, abaixo de 50%, coincidindo com o período mais quente do ano. Os meses mais úmidos são abril, que corresponde ao final do período chuvoso, e junho, e o mais seco é outubro, correspondendo ao final do período de ausência de chuvas (EMBRAPA, 2010).

A Tabela 10 e a Figura 25 apresentam o comportamento das normais mensais de velocidade do vento em  $m\ s^{-1}$  para o período de 1981 a 2021 em Petrolina. Os valores mais elevados ocorrem no período seco, entre os meses de julho e setembro, chegando a 3,6 m/s no mês de agosto. Os menores valores ocorrem no período chuvoso, apresentando valor médio de 2,6 m/s no mês de março (INMET, 2021).

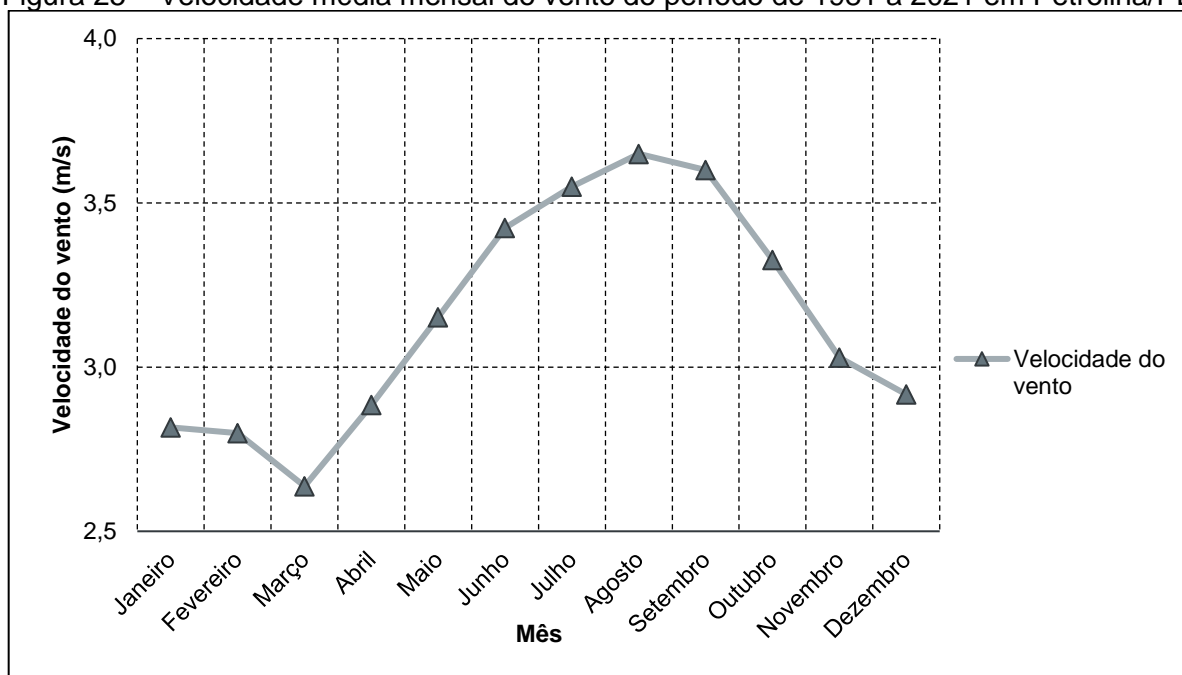
Tabela 10 – Velocidade média mensal do vento de série de 41 anos em Petrolina.

Mês	Intensidade do Vento (m/s)
Janeiro	2,8
Fevereiro	2,8
Março	2,6
Abril	2,9
Maio	3,2
Junho	3,4
Julho	3,5
Agosto	3,6
Setembro	3,6
Outubro	3,3
Novembro	3,0
Dezembro	2,9
<b>Anual</b>	<b>3,2</b>

Fonte: INMET (2021).

Todos os parâmetros climáticos abordados anteriormente atuam com maior ou menor intensidade no processo da evaporação, dependendo do posicionamento geográfico e da época do ano. Os dados de evaporação são importantes para o conhecimento das reais disponibilidades hídricas da região, representando a água que é perdida para a atmosfera por uma superfície livre de água (EMBRAPA, 2010).

Figura 25 – Velocidade média mensal do vento do período de 1981 a 2021 em Petrolina/PE.



Fonte: INMET (2021).

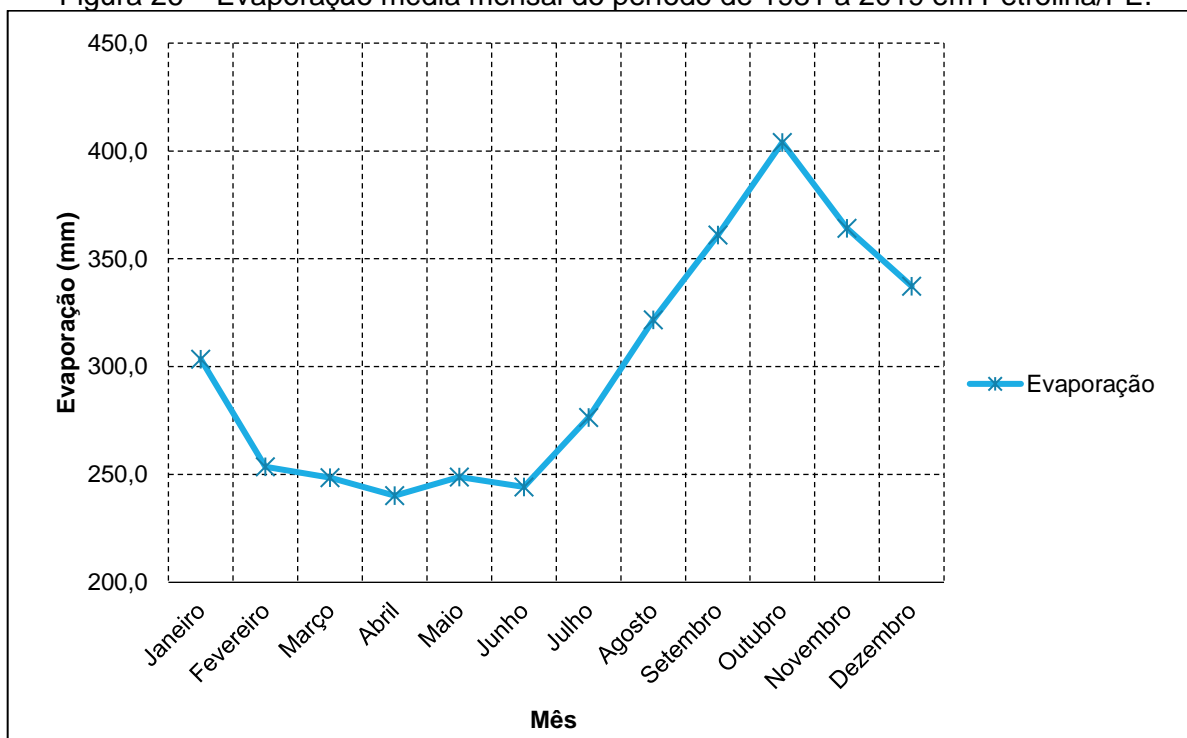
A partir de dados de evaporação medida por um evaporômetro de piché para o período de 1981 a 2019, em Petrolina, as normais apresentam menores valores entre os meses de março a junho, como pode ser visto na Tabela 11 e na Figura 26. Neste período, varia em média de 8 mm/dia a 8,1 mm/dia. Maiores valores acontecem entre os meses de setembro a novembro, acima de 13 mm/dia em outubro (INMET, 2021).

Tabela 11 – Evaporação média mensal de série de 39 anos em Petrolina.

Mês	Evaporação (mm)
Janeiro	303,4
Fevereiro	253,7
Março	248,5
Abril	240,2
Maió	248,9
Junho	244,3
Julho	276,4
Agosto	321,7
Setembro	361,1
Outubro	404,0
Novembro	364,1
Dezembro	337,3
<b>Anual</b>	<b>3603,4</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 26 – Evaporação média mensal do período de 1981 a 2019 em Petrolina/PE.



Fonte: INMET (2021).

Os totais anuais são extremamente altos, com média anual de 3603,4 mm. Como a estação está localizada à margem esquerda do Rio São Francisco, recebe uma camada de ar mais úmida, proveniente do transporte de vapor pelo vento com direção predominante sudeste, aumentando a umidade relativa do ar e, conseqüentemente, reduzindo a evaporação, com relação à cidade vizinha (EMBRAPA, 2010).

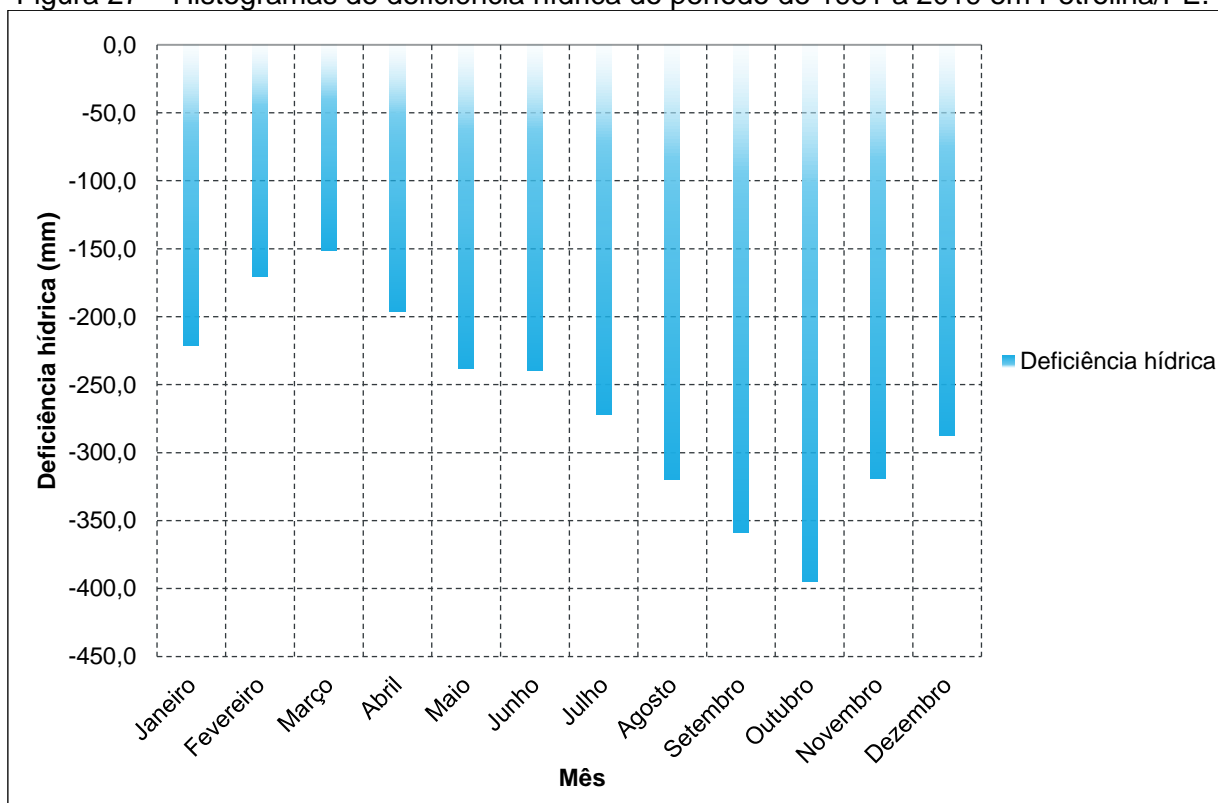
Para se conhecer a necessidade das reais disponibilidades hídricas, faz-se necessário contabilizar a quantidade de água que entra e que sai na superfície terrestre, detectando-se as condições de deficiências hídricas. Pelos valores de evaporação e de precipitação, pode-se realizar o balanço hídrico simplificado. Pode ser visto na Tabela 12 e na Figura 27 os dados de deficiência hídrica de Petrolina, no período de 1981 a 2019. Percebe-se a ocorrência desta deficiência durante todo o ano, com redução em magnitude no mês de março, quando se apresenta em torno de 195,9 mm em Petrolina/PE. O maior valor é de 394,8 mm ocorrendo no mês de outubro (INMET, 2021). Os valores de anuais de deficiência hídrica climática são 3.168,6 mm em Petrolina, PE.

Tabela 12 – Deficiência hídrica média mensal de série de 39 anos em Petrolina.

Mês	Precipitação (mm)	Evaporação (mm)	Deficiência hídrica (mm)
Janeiro	82,2	303,4	221,2
Fevereiro	83,1	253,7	170,6
Março	97,2	248,5	151,3
Abril	44,3	240,2	195,9
Mai	11,0	248,9	237,9
Junho	4,9	244,3	239,4
Julho	4,3	276,4	272,1
Agosto	1,6	321,7	320,1
Setembro	2,5	361,1	358,6
Outubro	9,1	404,0	394,8
Novembro	44,9	364,1	319,2
Dezembro	49,6	337,3	287,6
<b>Anual</b>	<b>434,8</b>	<b>3603,4</b>	<b>3168,6</b>

Fonte: INMET (2021).

Figura 27 – Histogramas de deficiência hídrica do período de 1981 a 2019 em Petrolina/PE.



Fonte: INMET (2021).

#### 4.1 DETERMINAÇÃO DAS CURVAS IDF

A partir da obtenção dos dados de precipitação, pode-se obter através de seu processamento a intensidade pluviométrica relacionada com o tempo de retorno (TR) adotado no projeto e o tempo de concentração das bacias ( $T_c$ ), assim definindo o regime de chuvas intensas e as correlações entre Intensidade x Duração x Frequência.

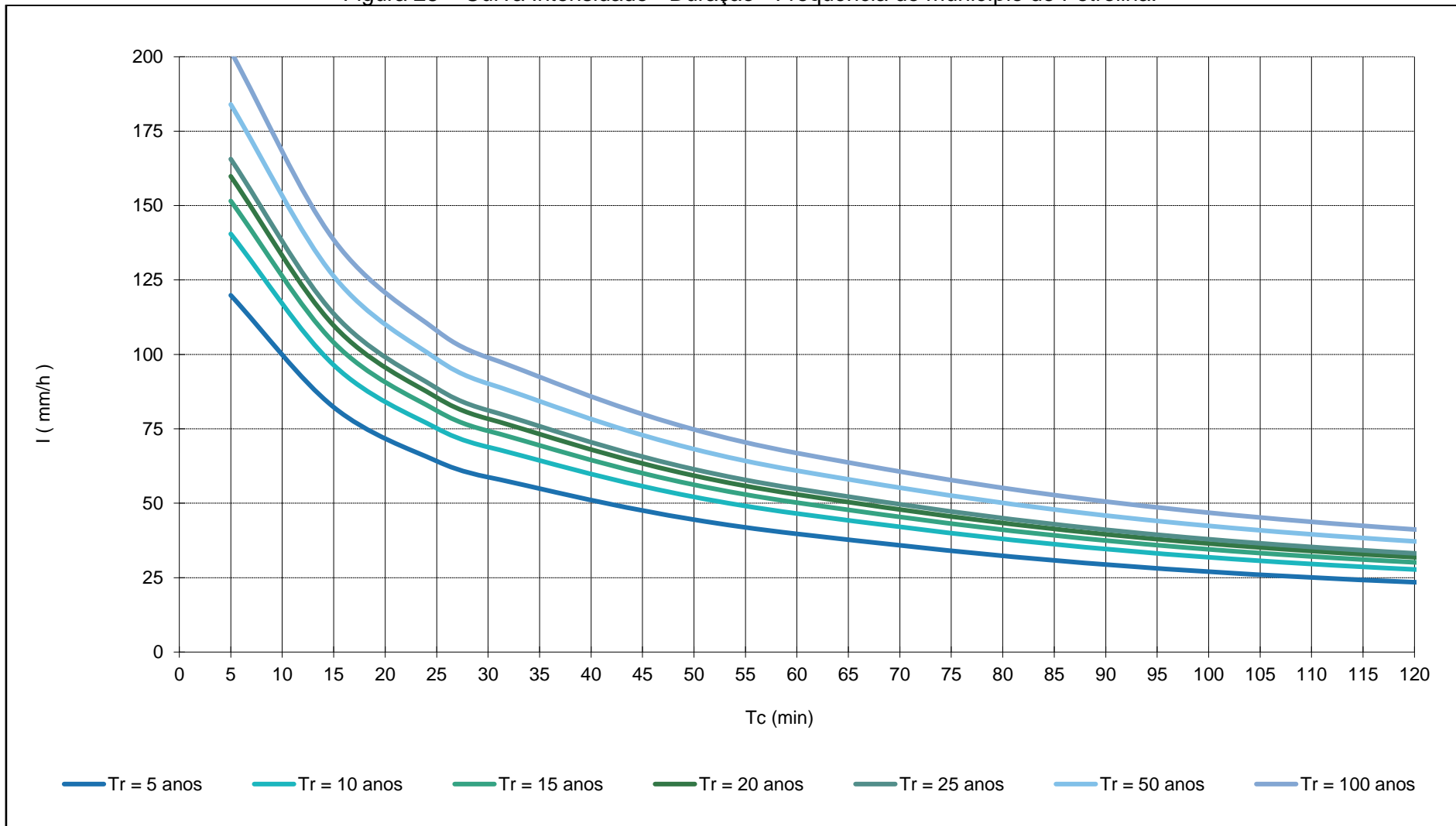
Com os dados coletados, fez-se o estudo estatístico de acordo com o Método de Gumbel, com a utilização da maior altura de chuva ocorrida em cada ano durante todo o período. Para tempos de duração menores que um dia, foram feitas correções pelo Método da Isozonas, que permite deduzir de forma simples as precipitações menores do que 24 horas necessárias para os projetos de drenagem.

O Eng.º J.J.T. Torrico partiu da observação que para determinadas áreas geográficas, ao se desenhar em um papel de probabilidade as precipitações de 24 horas e 1 hora de diferentes estações pluviográficas do Brasil, e prolongando-se as respectivas retas de altura pluviométrica/duração, estas tendem a cortar o eixo das abscissas em um mesmo ponto. As demais etapas, para o desenvolvimento do Método das Isozonas, são:

- Pelo estudo estatístico, calcula-se a chuva de um dia, no tempo de retorno previsto;
- Converte-se esta chuva de um dia, em chuva de 24 horas, multiplicando-se esta, pelo coeficiente 1.095, que é a relação 24 horas/1 dia;
- Determina-se no mapa das isozonas, a isozona correspondente à região do projeto;
- Após ter-se determinado a isozona, fixam-se para a mesma as porcentagens correspondentes a 6 minutos e 1 hora;
- Em seguida, calcula-se para cada tempo de recorrência considerado, as alturas de precipitação para duração de 24 horas, 1 hora e 6 minutos;
- A partir daí processam-se os cálculos para obtenção das intensidades pluviométricas para os diversos tempos de recorrência, para qualquer duração entre 6 minutos e 24 horas, utilizando-se as constantes de desagregação diária propostas por Occhipinti e Santos (1966).

A seguir, conforme a Figura 28, é apresentado o gráfico com as curvas de intensidade, duração e frequência do município de Petrolina. Em seguida, pode ser visto na Tabela 13 os valores de precipitação e intensidade em função do tempo de duração de chuva e do tempo de recorrência.

Figura 28 – Curva Intensidade - Duração - Frequência do município de Petrolina.



Fonte: INMET (2021); adaptado por PDCA (2021).

Tabela 13 – Dados de precipitação e intensidade em função do tempo de duração de chuva e de retorno do município de Petrolina.

Tempo de Recorrência		5 anos		10 anos		15 anos		20 anos		25 anos		50 anos		100 anos	
Tempo de Duração de Chuva		P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I	P	I
		(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)	(mm)	(mm/h)
<b>1440 min</b>	24,0h	90,2	3,8	106,7	4,4	115,9	4,8	122,5	5,1	127,6	5,3	143,0	6,0	158,4	6,6
<b>720min</b>	12,0h	76,7	6,4	90,7	7,6	98,5	8,2	104,2	8,7	108,4	9,0	121,6	10,1	134,6	11,2
<b>600min</b>	10,0h	74,0	7,4	87,5	8,8	95,1	9,5	100,5	10,0	104,6	10,5	117,3	11,7	129,9	13,0
<b>480min</b>	8,0h	70,4	8,8	83,2	10,4	90,4	11,3	95,6	11,9	99,5	12,4	111,6	13,9	123,6	15,4
<b>240min</b>	4,0h	56,8	14,2	67,2	16,8	73,0	18,3	77,2	19,3	80,4	20,1	90,1	22,5	99,8	24,9
<b>120min</b>	2,0h	46,9	23,5	55,5	27,7	60,3	30,1	63,7	31,9	66,3	33,2	74,4	37,2	82,4	41,2
<b>60min</b>	1,0h	39,7	39,7	46,5	46,5	50,2	50,2	52,9	52,9	54,9	54,9	60,9	60,9	66,8	66,8
<b>30min</b>	0,5h	29,4	58,8	34,4	68,9	37,1	74,3	39,2	78,3	40,6	81,2	45,1	90,2	49,5	98,9
<b>25min</b>	0,42h	26,7	64,2	31,3	75,2	33,8	81,1	35,6	85,6	36,9	88,7	41,0	98,5	45,0	108,0
<b>15min</b>	0,25h	20,6	82,3	24,1	96,4	26,0	104,0	27,4	109,7	28,4	113,7	31,6	126,3	34,6	138,5
<b>5min</b>	0,08h	10,0	119,9	11,7	140,5	12,6	151,6	13,3	159,8	13,8	165,6	15,3	184,0	16,8	201,8

Fonte: INMET (2021); adaptado por PDCA (2021).

A seguir, está apresentada a Equação IDF do município de Petrolina/PE, elaborada a partir do estudo hidrológico apresentado anteriormente.

$$I = \frac{594,81T_R^{0,16}}{(t + 6)^{0,717}}$$

Onde:

$I$  é a intensidade de precipitação, em mm/h;

$T_R$  é o tempo de retorno, em anos; e

$t$  é o tempo de duração, em min.

## 4.2 CHUVAS TORRENCIAIS EM PETROLINA

Um fenômeno causador de transtornos no município de Petrolina é a ocorrência de chuvas torrenciais. Como se pôde ver na Figura 19, que indica as precipitações máximas diárias ocorridas em Petrolina ao longo da série histórica analisada, o município sofre com chuvas de grande intensidade e baixa duração, formadas pelo contraste das temperaturas com a superfície da Terra. Geralmente ocorrem no final do verão e são tempestades de grande intensidade, causando sérios prejuízos à cidade.

Em grandes centros urbanos, principalmente em áreas periféricas de habitação, onde as infraestruturas urbanas de escoamento de água são mais precárias, é importante ficar alerta quanto a ocorrência de enchentes e inundações causadas por esse fenômeno. O sistema de drenagem atual de Petrolina, projetado para lidar com chuvas com outras características e duração e intensidade diferentes, não consegue dar conta do escoamento produzido por chuvas torrenciais, podendo resultar em enchentes urbanas consideráveis.

O estudo das chuvas torrenciais e a identificação de áreas com risco potencial de prejuízos à população são imprescindíveis. Porém, historicamente, a infraestrutura de drenagem e o manejo de águas pluviais urbanas não tem sido priorizados em centros urbanos do país, como é o caso de Petrolina.

As áreas afetadas durante a ocorrência de chuvas torrenciais não se localizam apenas nas proximidades dos cursos d'água. Com a expansão territorial, os problemas de alagamentos e inundações foram se intensificando e se distribuindo ao longo das linhas naturais de escoamento dos deflúvios superficiais em função da planialtimetria da cidade e do grau de impermeabilização.

Tudo isso é intensificado pela falta de manutenção das galerias de águas pluviais e da impermeabilização das ruas com concreto asfáltico. Além disso, há a contribuição da população com despejo inadequado de resíduos nos corpos hídricos. Além das mudanças climáticas aparentemente em curso, e que tem afetado o regime e a intensidade das precipitações, há um conjunto igualmente importante de elementos que ajudam a explicar esse fenômeno.

Entre os fatores, podem-se ressaltar os problemas ligados ao descontrole do processo de urbanização e as decorrentes mudanças nas condições de uso e ocupação do solo, sobretudo em áreas ambientalmente sensíveis; as ocupações em áreas de espraiamento natural das águas (as chamadas várzeas), muitas delas irregulares; a canalização de cursos d'água ou a deficiência de estruturas de drenagem; o acúmulo de lixo e entulho em áreas urbanas e cursos d'água; ou a remoção da cobertura vegetal das margens dos rios e córregos. Esses exemplos têm grande importância na redução da infiltração das águas de chuva e, portanto, no aumento do volume e da velocidade do

escoamento superficial dessas águas, alterando o regime hidráulico e de drenagem natural (o chamado “hidrograma de cheias”).

Como exemplos de ações que devem ser tomadas, há a dragagem e desobstrução de canais do município, a fim de evitar alagamentos e lentidão no escoamento das águas, intervenções nos sistemas de drenagem, realizando reparos nos bueiros e galerias nos pontos que apresentam eventuais obstruções, refazer as galerias já existentes há anos, quando a população de Petrolina era consideravelmente menor, desenvolvendo um sistema de drenagem eficiente, e o aprimoramento do sistema de alertas da defesa civil

Além disso, novas soluções podem ser adotadas. O uso de asfalto poroso, por exemplo, permite retardar a chegada da água aos rios e a depuração de poluentes. Os sistemas de biorretenção, conhecidos como jardins de chuva, são capazes de reter os primeiros momentos da chuva, impedindo que essa água de menor qualidade alcance os rios. Os telhados verdes melhoram as condições térmicas de edifícios, possibilitando o reaproveitamento da água da chuva e retardam o escoamento das águas até os rios.

Em complemento às técnicas de drenagem sustentável, a captação e acumulação da água da chuva, em grande escala, para posterior reuso em sistemas não potáveis, pode contribuir significativamente para a redução da carga nos sistemas de drenagens convencionais, durante a ocorrência de chuvas torrenciais, sendo, ainda, uma importante opção para o uso racional deste importante insumo.

O uso doméstico dessa água captada como água potável não é incentivado pela dificuldade de controlar a qualidade dessa água. Esse recurso, no entanto, pode ser utilizado para outras finalidades que não exigem água potável, como a lavagem de carros. A construção maciça de estradas que permitam a infiltração das águas pluviais também é uma alternativa. Todas essas ações dependem do planejamento urbano integrado.

Como exemplo de ocorrência desse fenômeno em Petrolina, do dia 24/12/2021, véspera de Natal, para o dia 25/12/2021, dia de Natal, ocorreram precipitações intensas, provocando alagamentos e transtornos no município. Com isso, de acordo com a Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC), a cidade foi a segunda do estado com o maior registro de chuva em dezembro, com 103 mm, ocasionando em média histórica para o mês de dezembro.

#### 4.3 INFLUÊNCIA DA BARRAGEM DE SOBRADINHO NO RIO SÃO FRANCISCO

O rio São Francisco tem uma extensão de cerca de 2.863 km desde a nascente até a foz. A bacia hidrográfica do rio São Francisco, também chamada de vale do rio São Francisco, possui uma área de aproximadamente 640.000 km<sup>2</sup>, o que corresponde a quase 8% do território brasileiro, onde se distribuem 508 municípios com população estimada em

20.330.051 habitantes (CODEVASF, 2021). A bacia hidrográfica do rio São Francisco começa em Minas Gerais, passa pela extremidade de Goiás e do Distrito Federal, depois pela Bahia, Pernambuco, Sergipe e Alagoas. A Figura 29 mostra o mapa da bacia, com os municípios inseridos nela.

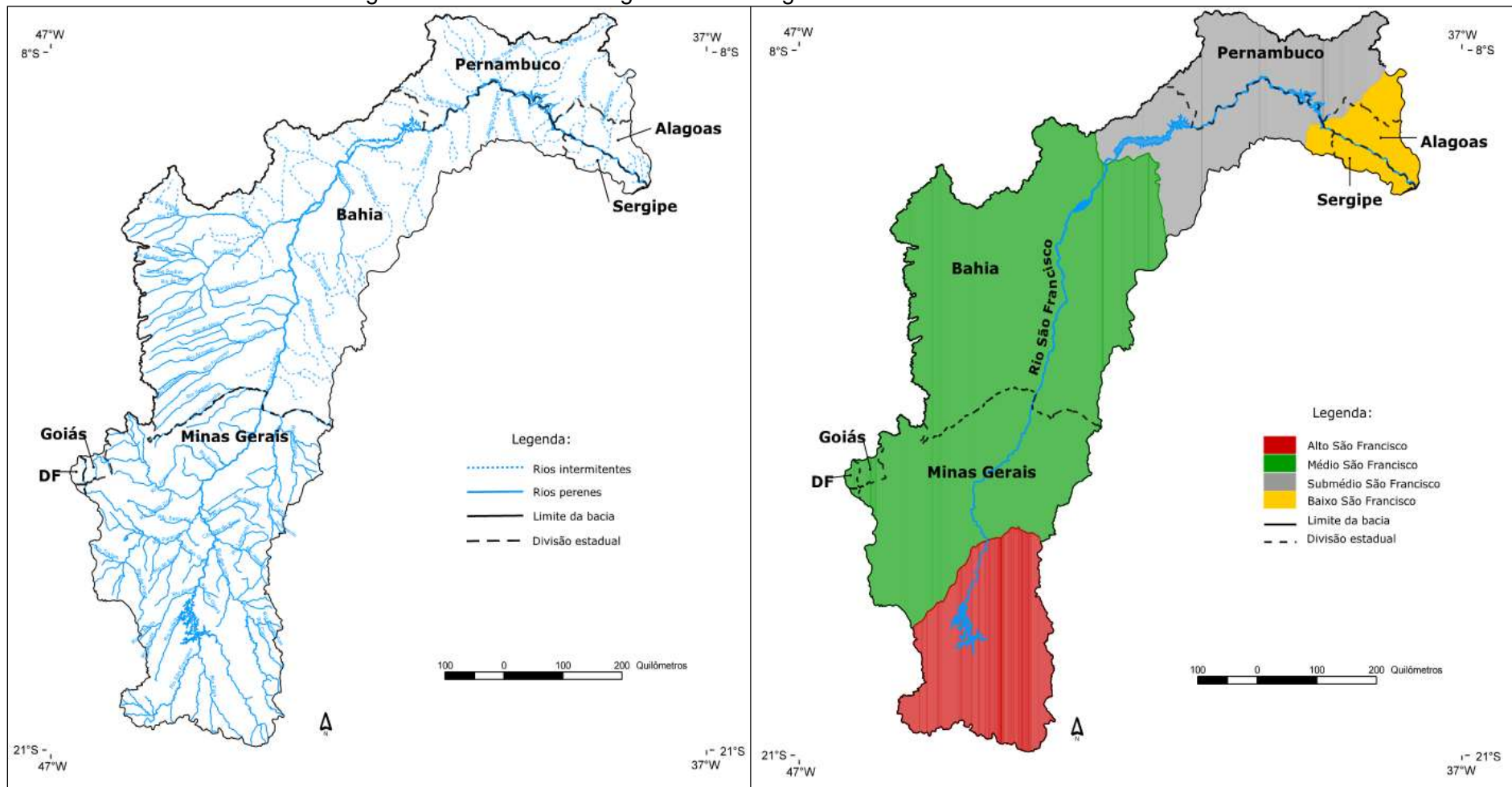
Entre as formas de relevo existentes ao longo da bacia do rio São Francisco, pode-se encontrar tipos muito variados, como planaltos, chapadas, planícies, regiões com serras e morros, cânions, cavernas ou grutas e ilhas fluviais. Sua diversidade ambiental é expressiva, abrangendo quatro biomas: a Caatinga, o Cerrado, fragmentos de Mata Atlântica, além do ecossistema estuarino do rio (HERMUCHE, 2002).

O clima na bacia do rio São Francisco é muito diversificado, devido à grande extensão do vale. Há também outros aspectos que devem ser levados em conta, como o relevo, que define a altitude, e a proximidade com o oceano na região da foz do rio (CBHSF, 2021). As principais unidades de estudo e planejamento são as regiões fisiográficas da bacia: Alto (cerca de 40% da área da bacia hidrográfica), Médio (39% da área da bacia hidrográfica), Submédio (17% da área da bacia) e Baixo São Francisco (5% da área da bacia hidrográfica). Cerca de 59,4% da região do Submédio São Francisco e cerca de 22,8% da região do Baixo São Francisco estão inseridas em Pernambuco. A Figura 30 mostra as unidades fisiográficas e a hidrografia da bacia.

Portanto, no Submédio São Francisco está a região mais seca de toda a bacia, onde se localiza o município de Petrolina. Nesse local, a precipitação varia de 350 a 800 milímetros por ano, distribuída irregularmente ao longo do ano. Os meses chuvosos acontecem no verão e, em média, os outros nove meses do ano se apresentam bastante secos. A temperatura média anual é de 27°C. Com essas características podemos classificar os climas da região como semiárido e árido (CBHSF, 2021).



Figura 30 – Unidades fisiográficas e hidrografia da bacia do rio São Francisco.



Fonte: HERMUCHE (2002).

Entre os principais reservatórios existentes no rio São Francisco, para controle de sua vazão e/ou geração de energia hidroelétrica, estão: Três Marias, em Minas Gerais, Sobradinho, Paulo Afonso e Itaparica, na Bahia e Xingó, localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe. Desde 2013, a bacia do rio São Francisco vem enfrentando condições hidrometeorológicas adversas, com vazões e precipitações abaixo da média, com consequências nos níveis de armazenamento dos reservatórios instalados (CBHSF, 2021).

Assim, outro ponto importante a ser discutido é a influência da barragem de Sobradinho no rio São Francisco. O aproveitamento hidrelétrico de Sobradinho está localizado no estado da Bahia, distando cerca de 40 km a montante das cidades de Juazeiro/BA e Petrolina/PE. A Usina está posicionada no rio São Francisco a 748 km de sua foz, possuindo, além da função de geração de energia elétrica, a de principal fonte de regularização dos recursos hídricos da região (CHESF, 2016).

O reservatório de Sobradinho tem cerca de 320 km de extensão, com uma superfície de espelho d'água de 4.214 km<sup>2</sup> e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 392,50 m, constituindo-se no maior lago artificial do mundo, garantindo assim, através de uma depleção de até 12 m, juntamente com o reservatório de Três Marias/CEMIG, uma vazão regularizada de 2.060 m<sup>3</sup>/s nos períodos de estiagem, permitindo a operação de todas as usinas da CHESF situadas ao longo do Rio São Francisco (CHESF, 2016).

A CHESF tem um papel importante principalmente no período úmido, quando as chuvas incidem de modo significativo sobre as bacias hidrográficas no Nordeste: o controle, através de seus reservatórios, das cheias nas águas dos principais rios onde estão instaladas as usinas hidrelétricas da Companhia, que inclui a bacia do rio São Francisco. Segundo o diretor de Operação da Chesf, o controle das águas é importante para minimizar os danos e impactos causados pelas cheias com o aumento expressivo do nível dos rios (CHESF, 2022b).

Durante todo o ano, a CHESF presta informações aos órgãos de controle, entidades e usuários que atuam nas bacias hidrográficas, acerca da programação de vazões afluentes (volume de água que chega ao reservatório) e defluentes (volume liberado pela hidrelétrica), bem como sobre os níveis de volume útil de cada reservatório. Além disso, a Chesf mantém contato com o Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, com as Secretarias Estaduais de Recursos Hídricos, Prefeituras e com as Defesas Cíveis (CHESF, 2022b).

Diante da condição de cheia na Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco, indicado pelo regime intenso de chuvas no município de Petrolina relatado anteriormente, foi iniciada operação especial dos reservatórios da Companhia Hidroelétrica do São Francisco (CHESF) para promover o controle das águas, tendo em vista que o período úmido na região se

estende até abril. As vazões de todas as hidrelétricas da Chesf, no rio São Francisco, serão elevadas gradativamente, com previsão de abertura de comportas (CHESF, 2022a).

No fim de janeiro de 2022, a vazão praticada a partir das usinas de Sobradinho (BA) e Xingó (SE) foi de 4.000 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ). Segundo o diretor de Operação da Chesf, João Henrique Franklin, seria possível ter vazões que há doze anos não foram aferidas no Rio São Francisco, sendo necessário haver a liberação da calha do rio, para prevalecer a segurança da população (CHESF, 2022a).

Em março de 2022, o diretor de Operação da CHESF reforçou a informação de que a vazão de saída do reservatório de Sobradinho - que estava sendo praticada a 3.500 metros cúbicos por segundo ( $m^3/s$ ) - chegará a 3 mil  $m^3/s$ . O diretor afirmou que a expectativa é que Sobradinho atinja 100% de seu volume útil até o final de abril, quando se encerra o período úmido na bacia do Velho Chico (CHESF, 2022c).

João Henrique explicou ainda que a redução gradativa da vazão ao longo dos reservatórios da Chesf no rio se dá por conta do arrefecimento do nível pluviométrico observado nas semanas anteriores. Porém, A CHESF chamou atenção para a importância da não ocupação das áreas no leito do rio São Francisco, haja vista eventual aumento no nível do Rio, durante o período úmido (CHESF, 2022c).

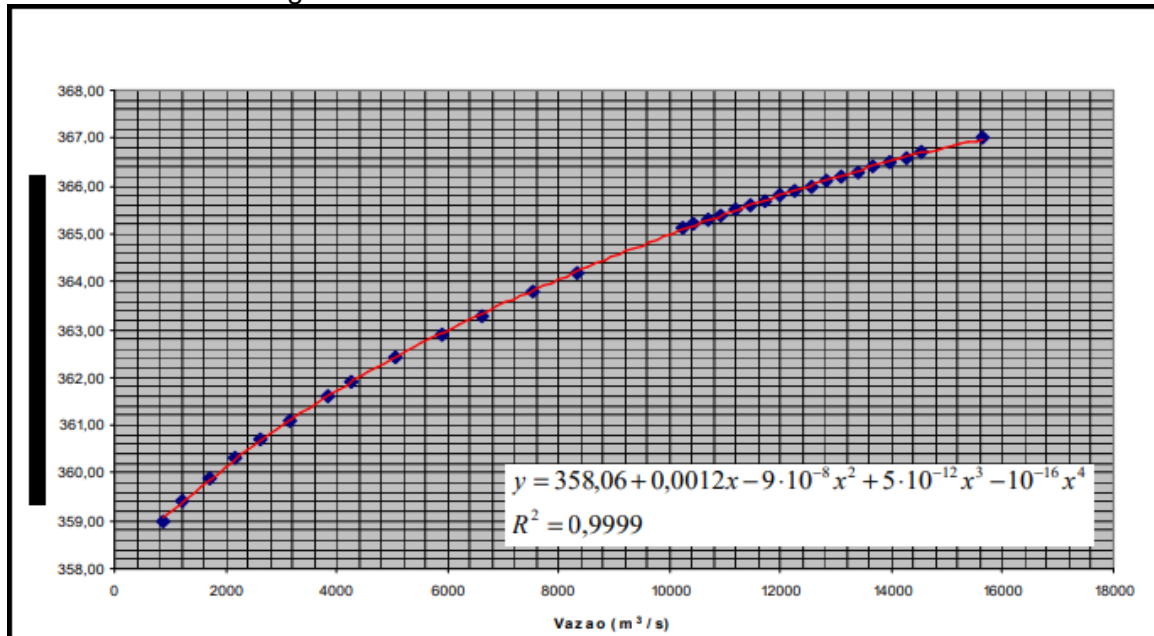
Com relação à operação dos reservatórios das usinas hidrelétricas durante o período úmido, suas funções incluem o acompanhamento hidro meteorológicos e da evolução dos reservatórios, a previsão de vazões e níveis de programação da operação dos reservatórios, e o controle de cheias e convivência com as secas. Seu embasamento é nas Políticas de recursos hídricos (nacionais e estaduais), e regulamentações decorrentes (gestão de recursos hídricos). A vazão de restrição do Rio São Francisco, a jusante de Sobradinho até a foz, é de 8.000  $m^3/s$  (CHESF, 2018).

A CHESF realizou o mapeamento das áreas inundáveis nas margens do Rio São Francisco no trecho entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica, para obter-se conhecimento detalhado e especializado da planície de inundação do Rio São Francisco. O mapeamento foi elaborado a partir de trabalhos de reconhecimento de campo, levantamentos topográficos, utilização de mapeamentos básicos do IBGE e imagens de satélites e ainda do acervo fotográfico existente na CHESF (CHESF, 2008).

A avaliação foi feita pela curva Cota x Vazão, que representa a relação entre vazão e nível do rio e permite estimar as vazões a partir de observações de nível. Sua determinação é possível a partir de medições diretas de vazão periodicamente. Foi utilizada a curva Cota x Vazão do posto hidrométrico de Juazeiro, código ANEEL - 48020000, instalado na Ilha do Fogo, entre as cidades de Juazeiro - BA e Petrolina – PE, que é utilizada pela área de operação da CHESF (CHESF, 2008).

Com isto, a partir de uma amostra de medições de vazão e sua respectiva cota altimétrica, foi realizada uma regressão polinomial de 4º grau, obtendo a equação polinomial e o respectivo gráfico, conforme a Figura 31 (CHESF, 2008).

Figura 31 – Gráfico Cota x Vazão de Sobradinho.



Fonte: CHESF (2008).

A CHESF realizou o levantamento do Uso e Ocupação do Solo, identificando ruas, praças e prédios nas cidades de Petrolina - PE. Os mapas coletados junto às prefeituras serviram como base para o levantamento em campo. Em Petrolina, o levantamento cobriu uma faixa de aproximadamente 500,00 m, a partir da Avenida Cardoso de Sá até a Avenida Guararapes, sendo sua extensão desde a Avenida Ricardo Soares Coelho até as proximidades do late Clube de Petrolina (CHESF, 2008).

O Mapeamento Regionalizado das áreas inundáveis do Rio São Francisco para os patamares de 2.000 e 6.000 m³/s, mostrou que as linhas d'água se sobrepõem em diversos trechos ao longo do perímetro do rio, indicando que o mesmo está inserido em sua calha principal nesses locais. O grande número de captações afetadas pela descarga de 6.000 m³/s deve-se ao fato de estarem instaladas dentro da calha do rio. Quanto às ilhas, as de maior porte não sofrem inundações, sendo as menores mais susceptíveis, com algumas sendo totalmente submersas pela vazão de 6.000 m³/s (CHESF, 2008).

A Figura 32 mostra o registro da situação da orla fluvial de Petrolina no dia 30/01/08, com vazão média diária de 1.248 m³/s, registrada pelo posto hidrométrico de Juazeiro – BA. Já a Figura 33 mostra o registro da situação da orla fluvial no dia 09/02/07, com vazão média diária de 6.083 m³/s, registrada pelo posto hidrométrico de Juazeiro – BA (CHESF, 2008).

Figura 32 – Orla fluvial de Petrolina com vazão média diária de 1.248 m<sup>3</sup>/s.



Fonte: CHESF (2008).

Figura 33 – Orla fluvial de Petrolina com vazão média diária de 6.083 m<sup>3</sup>/s.



Fonte: CHESF (2008).

Nos trechos onde não ocorreram sobreposições, ou seja, onde houve um espraiamento pouco significativo do rio para a vazão de 6.000 m<sup>3</sup>/s, foram observados os seguintes aspectos (CHESF, 2008):

- Os pontos mais sensíveis à descarga de 6.000 m<sup>3</sup>/s são as ilhas, principalmente os balneários, como o da Ilha do Rodeadouro e o da Ilha do Jenipapo;
- Há pontos de travessia de barcos que também são afetados;
- Inundação parcial de áreas cultivadas em alguns pontos ao longo do rio;
- Inundação de captações d'água;
- Inundação parcial de áreas de lazer do Hotel de Trânsito de Oficiais do Exército;
- Inundação parcial por refluxo das galerias de águas pluviais na área de estacionamento da orla;

- Inundação da parte mais baixa do terreno do late Club de Petrolina.

A partir desses dados levantados pela CHESF, observa-se que as elevações do nível d'água do Rio São Francisco é periódico, com o reservatório de Sobradinho sendo utilizado para o controle da vazão. É fundamental que a ocupação das planícies de inundação seja reordenada e fiscalizada pelos órgãos competentes, sendo possível demarcar, ordenar e fiscalizar as áreas onde há risco de inundação. O mapa das planícies de inundação pode servir como subsídio para direcionar as expansões urbanas da cidade, definindo os tipos de ocupação adequados para as áreas de risco de inundação, e para estabelecer ações para minimizar os transtornos em épocas de cheias nos períodos úmidos (CHESF, 2008).

Além disso, é importante que as áreas urbanas ribeirinhas sejam monitoradas, realocando as ocupações ilegais existentes nas margens e leito do Rio São Francisco, e o melhoramento do sistema de esgotamento sanitário e de drenagem de águas pluviais das áreas urbanas de Petrolina, a fim de evitar o refluxo gerado pelo barramento dessas águas pelo rio, em períodos de cheias. Pode ser visto na Figura 34 o Mapa com a Imagem de Satélite do Rio São Francisco na Orla de Petrolina/PE e Juazeiro/BA, onde pode ser visto o uso e ocupação do solo com as linhas d'água referentes aos Patamares de Vazão de 2.000, 4.000, 6.000 e 8.000 m<sup>3</sup>/s (CHESF, 2008).

Figura 34 – Mapa-Imagem de Satélite do Rio São Francisco na Orla de Petrolina/PE e Juazeiro/BA.



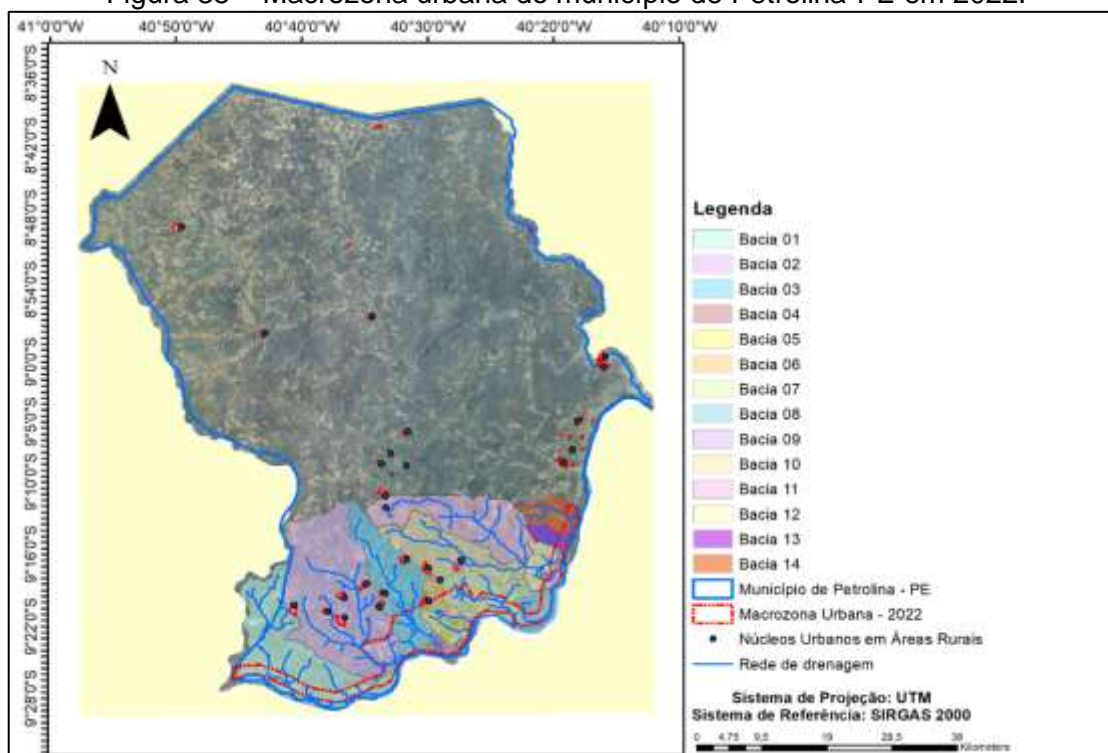
Fonte: CHESF (2008).

## 5 DELIMITAÇÃO DAS SUB-BACIAS DA ÁREA URBANA E RURAL URBANIZADA

Este capítulo contempla informações sobre a metodologia aplicada para a delimitação das bacias e sub-bacias urbanas da cidade, a partir do Modelo Digital do Terreno (MDT) disponibilizado pelo programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), utilizando o software QGIS. Obtiveram-se como produto as bacias e sub-bacias da área urbana de Petrolina, com informações sobre as áreas totais de cada bacia e indicação de seus respectivos talwegues.

Para a delimitação das bacias e sub-bacias, o objeto de estudo foi a área urbana da sede com densidade demográfica elevada, a fim de obter uma melhor precisão nos dados, fornecendo maior detalhamento e por consequência mais confiabilidade. Os núcleos urbanos em áreas rurais inseridos nas bacias obtidas também foram analisados e os demais serão analisados isoladamente, com resultados a serem apresentados em outro relatório posterior. Foi tomado como referência o mapa do contorno vetorial da mancha urbana do município no ano de 2022, definida no Plano Diretor Participativo, Lei complementar nº 034/2022 (PETROLINA, 2022), e considerando as projeções de crescimento urbano, conforme representado na Figura 35 a seguir.

Figura 35 – Macrozona urbana do município de Petrolina-PE em 2022.



Fonte: PDCA (2022).

## 5.1 METODOLOGIA E CARACTERIZAÇÃO DAS SUB-BACIAS

Para o processo de delimitação das bacias da macrozona urbana do município de Petrolina e posteriormente as sub-bacias, foram utilizados dados do programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), com melhor precisão atualmente disponível, que realizou a varredura a laser e obteve ortoimagens de alta resolução de toda a superfície territorial pernambucana, obtendo o Modelo Digital do Terreno (MDT), com precisão altimétrica melhor que 10 cm com uma escala de 1:1.000.

A tecnologia utilizada para obtenção das imagens é a *LiDAR (Light Detection and Ranging)*, com captura de dados realizada por sensores e câmeras instaladas em aviões. Mais informações técnicas dos produtos do PE3D estão apresentadas na Tabela 14 a seguir (CIRILO *et. al.*, 2014).

Tabela 14 – Características técnicas dos produtos do Pernambuco Tridimensional.

	Escala 1:5000		Escala 1:1000	
	Ortofoto	Perfilamento Laser	Ortofoto	Perfilamento Laser
Extensão dos arquivos	.tif .tfw e .dwg	.xyz .xyzi e .tif	.tif .tfw e .dwg	.xyz .xyzi e .tif
Densidade de pontos	-	~ 1 ponto/m <sup>2</sup>	-	~ 4 pontos/m <sup>2</sup>
Resolução espacial	50 cm	1 m	12 cm	50 cm
Resolução radiométrica	8 bits	32 bits	8 bits	32 bits
Precisão planimétrica	~ 1 m	-	~ 25 cm	-
Precisão altimétrica*	-	25 cm	-	10 cm
Altura média de voo	4.800 m	2.800 m	700 m	700 m

Fonte: Cirilo *et. al.* (2014).

\*A precisão altimétrica dos produtos 1:5000 tem como referência o MAPGEO 2010, enquanto os produtos 1:1000 são referenciados segundo Referências de Nível (RN's) do IBGE.

Os sistemas de perfilamento baseados na tecnologia *LiDAR (Light Detection and Ranging)* ou sistemas de varredura *LASER* têm sido considerados de alta relevância para obtenção de Modelo Digital de Superfície (MDS). Os dados topográficos obtidos são tidos como os mais confiáveis para modelagens, devido à sua alta resolução horizontal e precisão vertical, possuindo precisão para o correto diagnóstico na delimitação das bacias hidrográficas e proposição de ações prioritárias e sistemáticas para as bacias definidas. Os dados a serem obtidos a partir da aerofotogrametria/perfilamento a laser do Pregão Eletrônico nº 199/2021, por possuir uma precisão também detalhada, poderão ser utilizados

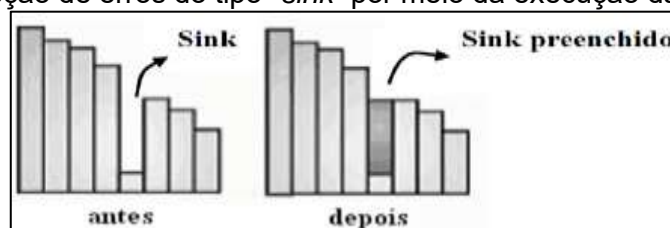
para análises na rede de micro drenagem, assim como auxiliar tanto o diagnóstico como os estudos de solução das bacias e sub-bacias analisadas.

O princípio de funcionamento do *LiDAR* é baseado na utilização de um pulso de laser, disparado na direção da superfície com uma elevada frequência de repetição. Baseado no tempo de retorno, na posição do sensor e na orientação do raio é calculada a posição tridimensional do objeto. Sensores *LiDAR* de alta frequência conseguem gerar uma densa nuvem de pontos, em três dimensões, descrevendo com elevado grau de detalhes a estrutura do objeto projetado.

Os serviços contratados pelo Pernambuco Tridimensional incluíram recobrimento aerofotogramétrico e perfilamento a laser em dois níveis de precisão e passaram por três etapas de validação: Análise de Completude, Análise de Consistência e Análise Estatística da Precisão Planialtimétrica. Com os dados obtidos foi elaborado o MDT da bacia analisada, com precisão e relevância adequada para o processo de delimitação das bacias.

Finalizada a etapa de obtenção do MDT, foram feitas correções por meio da função “*fill sinks*”, que considera as altitudes dos “*pixels*” vizinhos para preencher os “*sinks*”, promovendo, assim, uma consistência melhor no dado. O preenchimento dessas pequenas depressões é o primeiro tratamento dado à matriz de altitudes (Figura 36). Essas depressões ou “*sinks*” são consideradas empecilhos ao escoamento durante a aplicação de modelos hidrológicos, sedimentológicos e de poluentes de origem difusa (SOBRINHO *et. al.*, 2010).

Figura 36 – Correção de erros do tipo “*sink*” por meio da execução da função “*fill sinks*”.

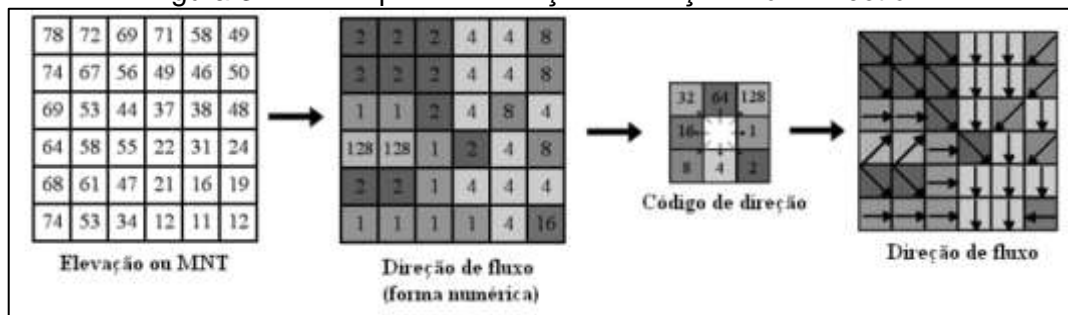


Fonte: Sobrinho *et. al.* (2010).

Então, foram procedidas as análises, no software *ArcMap* para delimitação da bacia. Obteve-se a orientação de fluxo de água na rede de drenagem através das opções “*flow directions*”. Este processo gera uma grade regular que define as direções de fluxo, tomando por referência a linha de maior declividade do terreno.

A nova grade numérica gerada determina a direção de maior declividade de um “*pixel*” em relação a seus oito “*pixels*” vizinhos. Assim, ocorre a descrição numérica da direção que a água irá percorrer após atingir cada “*pixel*”, que pode ser representada graficamente por meio da aplicação do código de direção (Figura 37) (SOBRINHO *et. al.*, 2010).

Figura 37 – Exemplo de execução da função “flow Direction”.

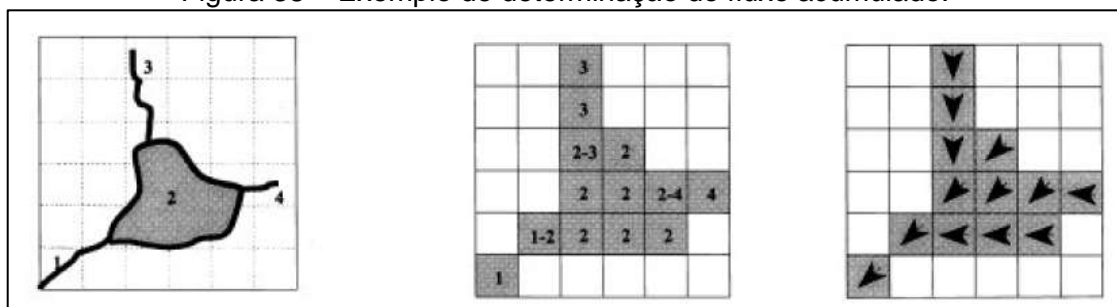


Fonte: Adaptado de ESRI (2008).

O fluxo acumulado indica o grau de confluência do escoamento, também pode ser chamado de área acumulada, e é calculado a partir do *grid* de direção de fluxo. O *grid* de área acumulada grava o número de células que drenam para cada célula do *raster*. Sabendo-se disso, o passo seguinte consistiu na definição da área de contribuição. Este processo foi realizado pelas opções: *D8 Contributing Area*. Foram atribuídos os parâmetros solicitados e executado o processo. Sob o ponto de vista físico, o *grid* de área acumulada é a área de drenagem medida em unidades de células.

Na Figura 38, exemplifica-se o fluxo acumulado, sendo possível observar a formação dos caminhos preferenciais de fluxo que originam a rede hidrográfica. A partir da grade regular gerada, conforme descrito na etapa anterior, o fluxo acumulado foi obtido pela função “*flow accumulation*” (SOBRINHO *et. al.*, 2010).

Figura 38 – Exemplo de determinação do fluxo acumulado.



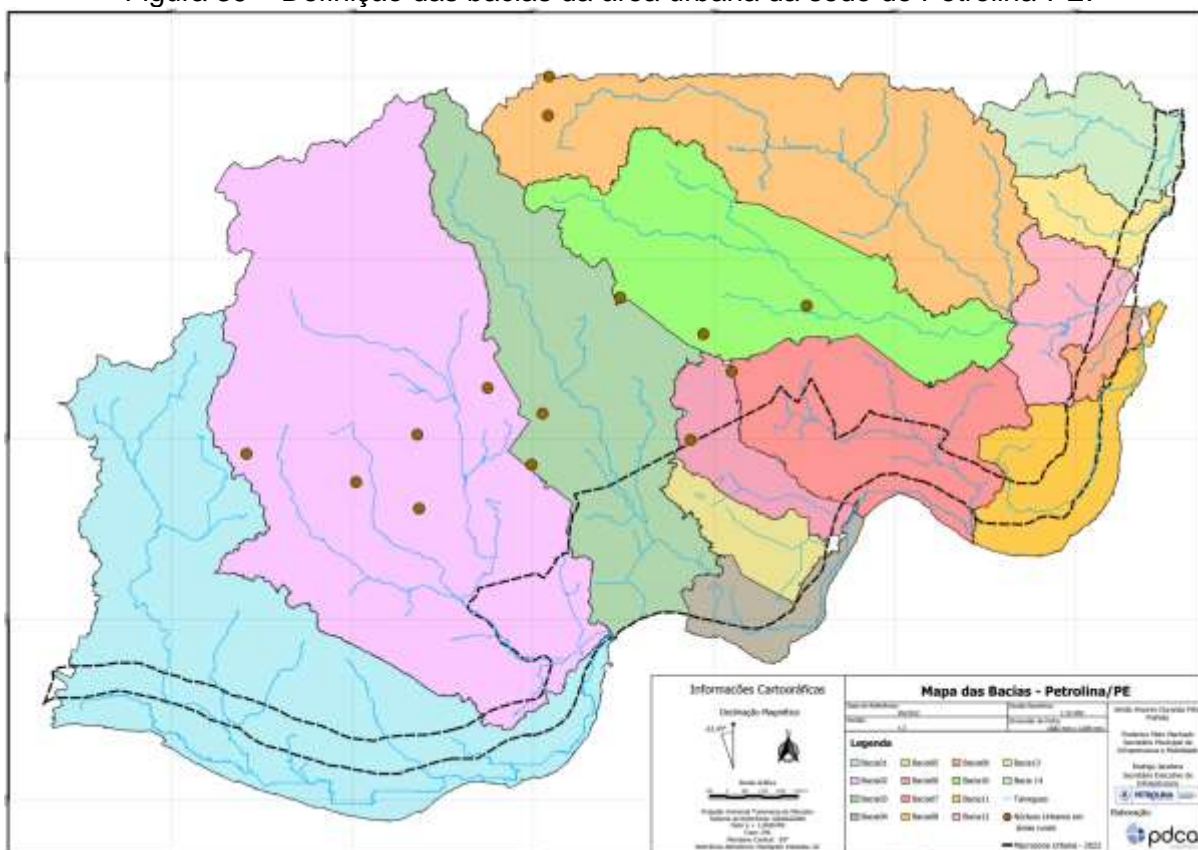
Fonte: Adaptado de TURCOTTE *et. al.* (2001).

Também nesta etapa, foi definido o ponto de exutório para a bacia que se deseja delimitar. Assim, criou-se um shape de ponto a partir do caminho e referenciada ao sistema de coordenadas “Sirgas 2000 / UTM zone 24s”, com auxílio dos produtos “*flow direction*” e “*flow accumulation*”, por meio dos comandos “*Snap Pour Point*” e “*Watershed*” obteve-se como resultado as bacias definidas. Após este processo, foi realizada a subdivisão das bacias em sub-bacias com auxílio da rede de drenagem obtida. Uma vez definidas as áreas de contribuição, outras características de cada subárea foram obtidas para inserção no modelo.

## 5.2 DELIMITAÇÃO DAS BACIAS

Seguindo essa metodologia, foi obtida como resultado dessa etapa de trabalho a delimitação das bacias da área urbana da sede do município de Petrolina com dados de urbanização do ano de 2022, definida pelo Plano Diretor Participativo, Lei Complementar nº 034/2022, assim como considerando projeções futuras de crescimento, em busca de um manejo das águas urbanas mais eficientes. Com base na rede de drenagem, foram identificadas quatorze bacias hidrográficas, definidas inicialmente em bacia 01, bacia 02, bacia 03, bacia 04, bacia 05, bacia 06, bacia 07, bacia 08, bacia 09, bacia 10, bacia 11, bacia 12, bacia 13 e bacia 14, conforme a Figura 39 a seguir.

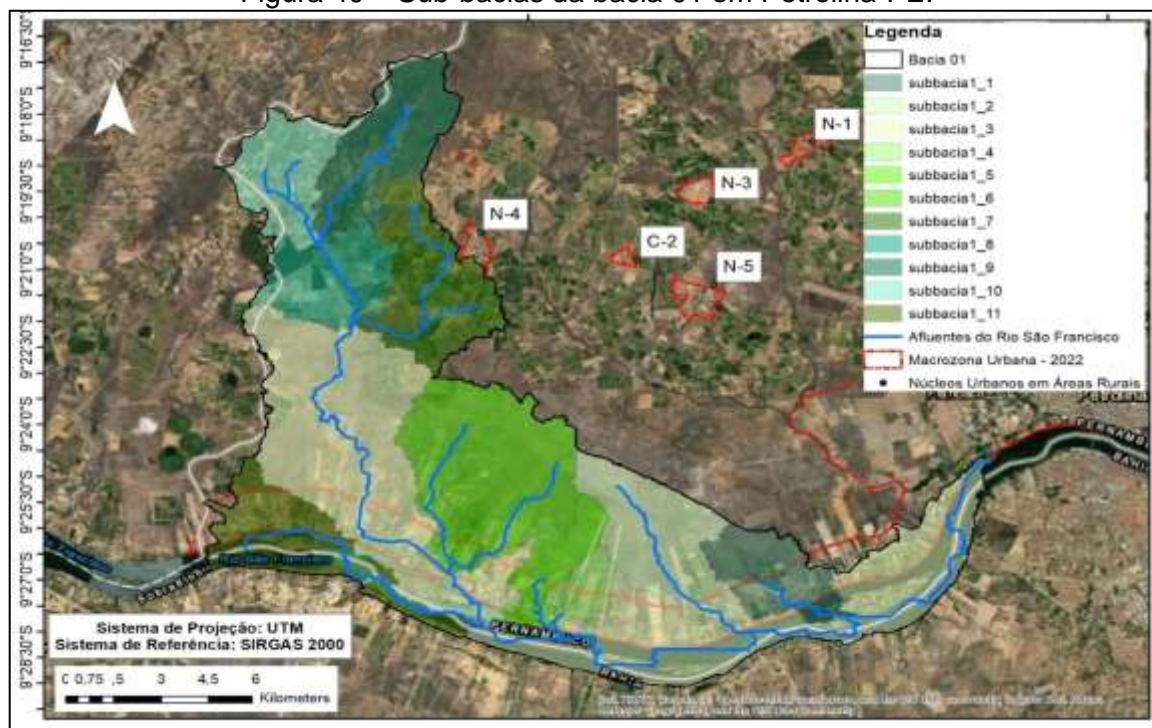
Figura 39 – Definição das bacias da área urbana da sede de Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

A bacia 01 foi subdividida em 11 sub-bacias, nomeadas em sub-bacia 1.1, sub-bacia 1.2, sub-bacia 1.3, sub-bacia 1.4, sub-bacia 1.5, sub-bacia 1.6, sub-bacia 1.7, sub-bacia 1.8, sub-bacia 1.9, sub-bacia 1.10 e sub-bacia 1.11, conforme a Figura 40. A Tabela 15 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 01 em Petrolina-PE.

Figura 40 – Sub-bacias da bacia 01 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 15 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 01 em Petrolina-PE.

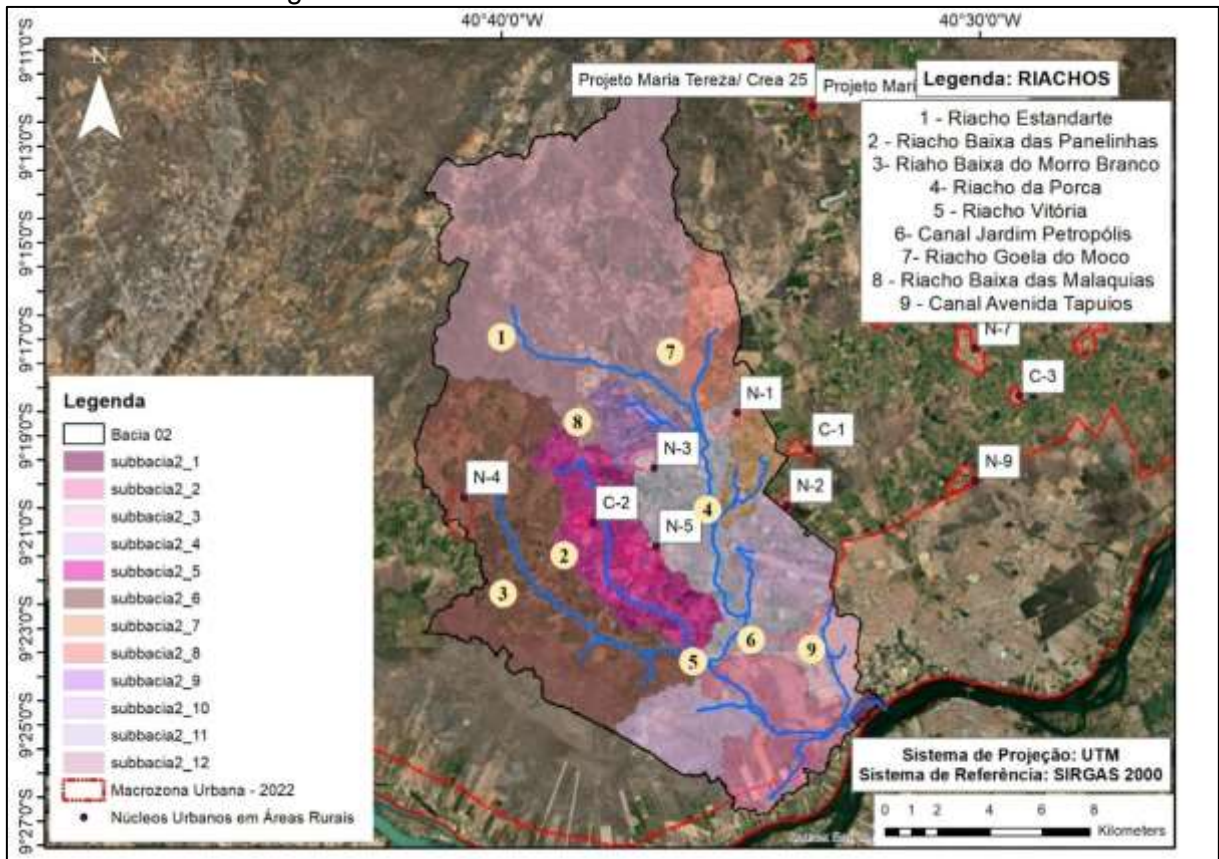
SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
1.1	9,93	28,51
1.2	16,57	41,62
1.3	75,28	161,30
1.4	3,97	17,77
1.5	7,08	27,96
1.6	28,60	43,42
1.7	16,81	40,09
1.8	11,22	28,61
1.9	15,96	37,19
1.10	10,90	30,00
1.11	15,13	46,87
<b>1</b>	<b>211,44</b>	<b>174,00</b>

Fonte: PDCA (2022).

O trecho do Rio São Francisco e os afluentes que compõe a bacia 01 totalizam 137,7 km de rede de drenagem nessa bacia.

A bacia 02 foi subdividida em 12 sub-bacias, nomeadas em sub-bacia 2.1, sub-bacia 2.2, sub-bacia 2.3, sub-bacia 2.4, sub-bacia 2.5, sub-bacia 2.6, sub-bacia 2.7, sub-bacia 2.8, sub-bacia 2.9, sub-bacia 2.10, sub-bacia 2.11 e sub-bacia 2.12, conforme a Figura 41. Essa bacia, denominada bacia 02, tem como drenagem principal o Riacho Vitória, compreende os bairros COHAB São Francisco, São Gonçalo, Jardim Petrópolis, área ribeirinha do riacho Vitória e Avenida Tapuio, assim como o Aeroporto Senador Nilo Coelho. Fazem parte da bacia 02, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados N-4, C-2, N-3, N-5, N-1. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 16 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 02 em Petrolina-PE.

Figura 41 – Sub-bacias da bacia 02 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 16 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 02 em Petrolina-PE.

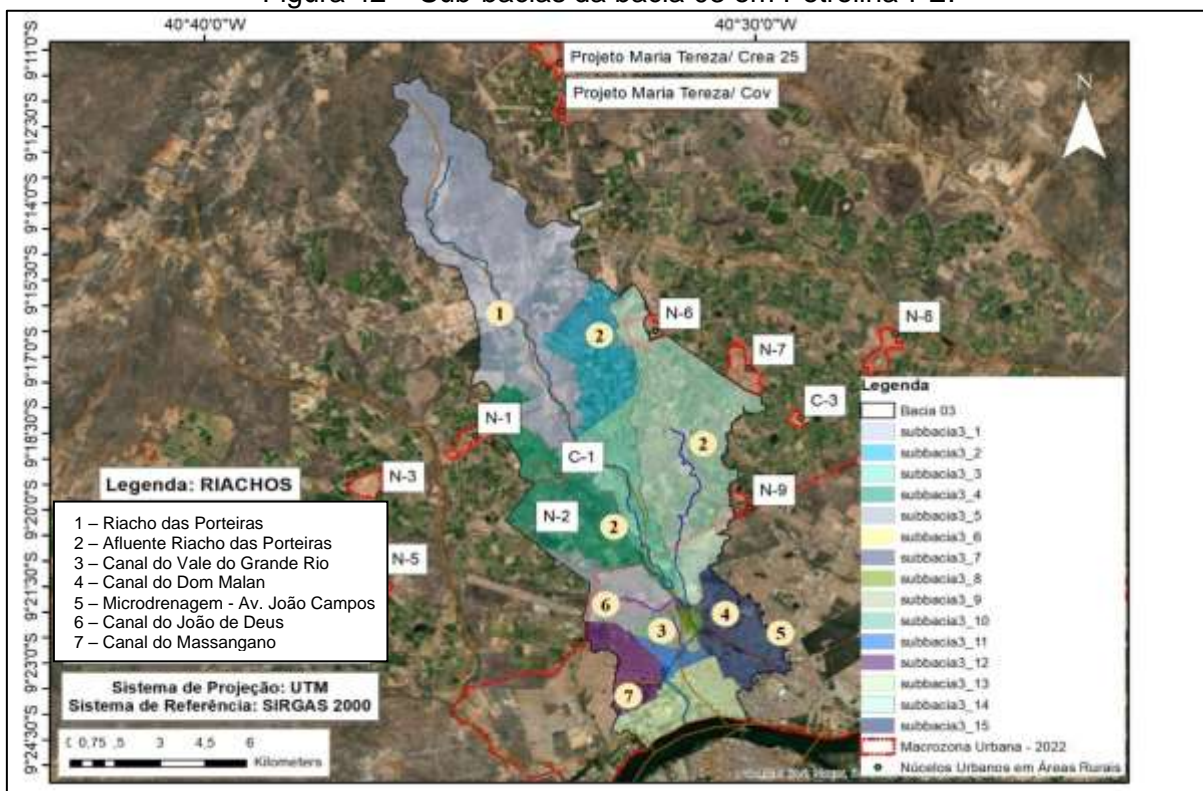
SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
2.1	0,90	8,15
2.2	20,30	45,20
2.3	8,24	26,01
2.4	12,48	32,25
2.5	26,16	47,90
2.6	63,43	87,57
2.7	7,87	25,47
2.8	11,73	28,05
2.9	7,11	20,04
2.10	12,78	24,83
2.11	26,12	60,05
2.12	93,43	90,03
<b>2</b>	<b>290,56</b>	<b>151,72</b>

Fonte: PDCA (2022).

A bacia 03 foi subdividida em 15 sub-bacias, em busca de um maior detalhamento na área urbana na sede, com densidade demográfica mais elevada, nomeadas em sub-bacia 3.1, sub-bacia 3.2, sub-bacia 3.3, sub-bacia 3.4, sub-bacia 3.5, sub-bacia 3.6, sub-bacia 3.7, sub-bacia 3.8, sub-bacia 3.9, sub-bacia 3.10, sub-bacia 3.11, sub-bacia 3.12, sub-bacia 3.13, sub-bacia 3.14 e sub-bacia 3.15, conforme a Figura 42. A Tabela 17 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 03 em Petrolina-PE.

Essa bacia, denominada bacia 03, tem como drenagem principal o Riacho das Porteiras, compreende bairros importantes do município como os bairros de Jardim São Paulo, Jardim Maravilha, Gercino Coelho, Dom Malan, João de Deus, Cosme e Damião, Antônio Casimiro, Palhinhas, COHAB Massangano, Vila Mocó, Areia Branca, Distrito Industrial, Atrás da Banca, KM 2, Pedro Raimundo, Jardim Amazonas, São Gonçalo, José e Maria e Ouro Preto. Fazem parte da bacia 03, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados N-2, C-1, N-3, N-6, N-9. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29.

Figura 42 – Sub-bacias da bacia 03 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

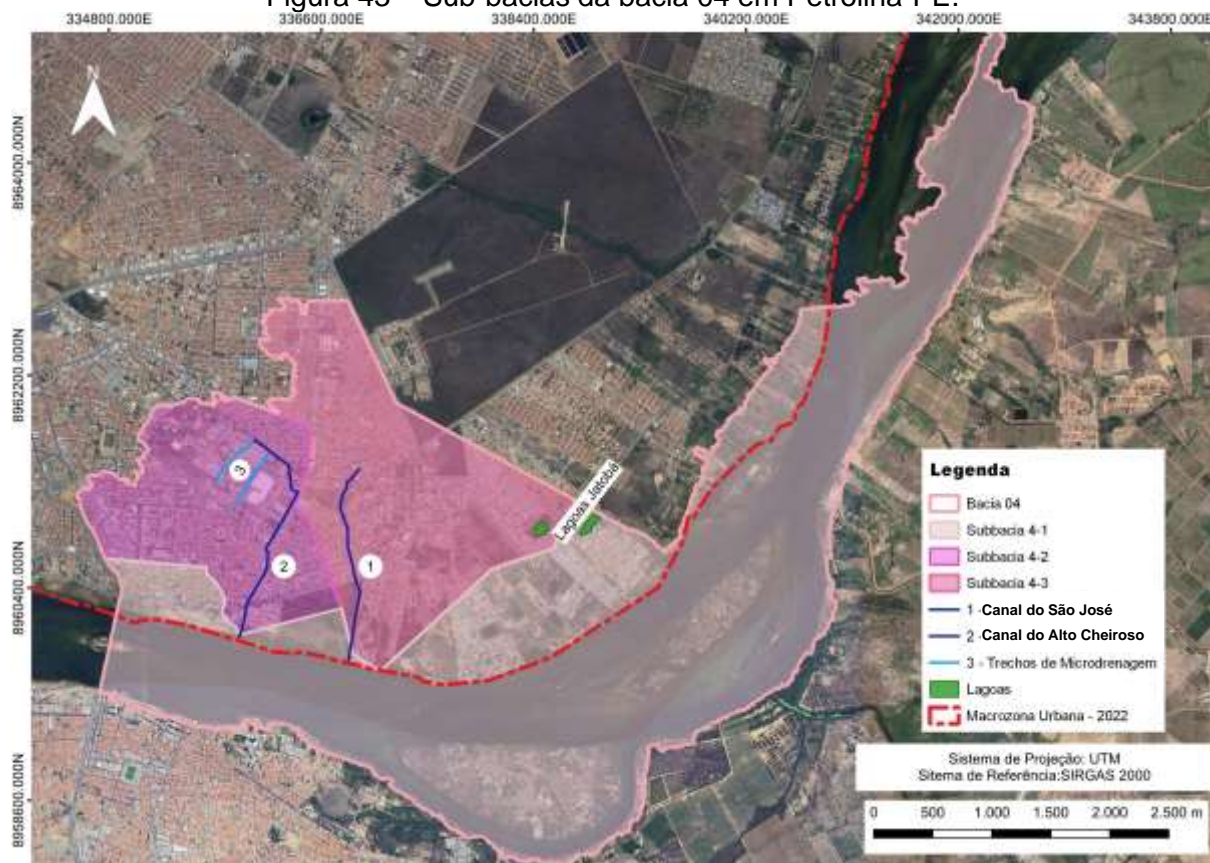
Tabela 17 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 03 em Petrolina-PE.

SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
3.1	40,16	61,53
3.2	8,80	23,60
3.3	8,28	29,32
3.4	13,74	33,29
3.5	6,08	16,89
3.6	0,09	1,27
3.7	0,15	1,61
3.8	0,53	3,11
3.9	0,31	2,28
3.10	1,46	5,01
3.11	1,42	6,73
3.12	4,52	12,18
3.13	6,80	13,41
3.14	25,73	45,11
3.15	7,39	21,67
<b>3</b>	<b>125,46</b>	<b>115,72</b>

Fonte: PDCA (2022).

A bacia 04 (Figura 43) foi dividida em três sub-bacias, que compreendem os canais do Alto Cheiroso e do São José, abrangendo os bairros Centro, Maria Auxiliadora, Vila Eduardo, São José, Alto Cheiroso, Vila dos Ingás II, Cidade Universitária e Pedra do Bode. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 18 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 04 em Petrolina/PE.

Figura 43 – Sub-bacias da bacia 04 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 18 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 04 em Petrolina-PE.

SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
4.1	13,42	38,85
4.2	2,67	8,78
4.3	3,84	10,90
<b>4</b>	<b>19,92</b>	<b>44,24</b>

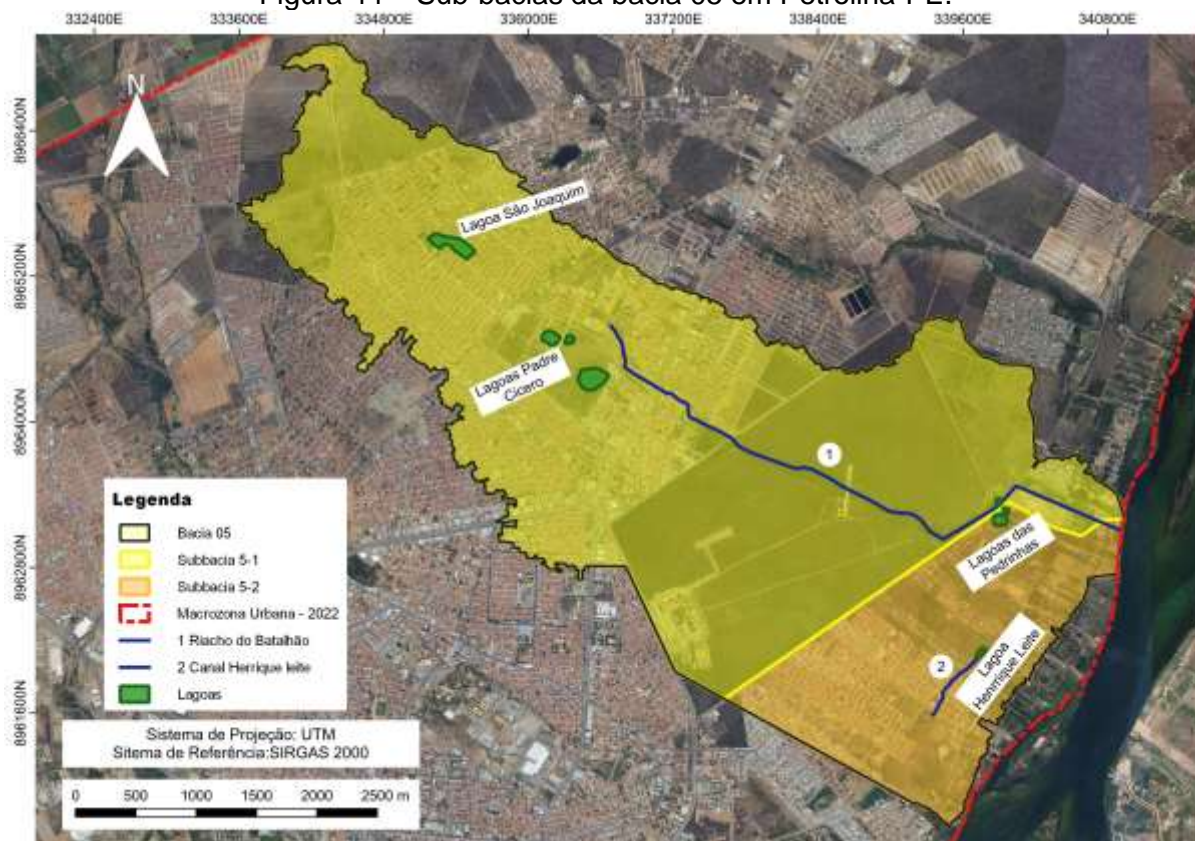
Fonte: PDCA (2022).

A bacia 05 foi subdividida em duas sub-bacias, conforme a Figura 44, e tem como drenagem principal o Riacho do Batalhão (Zona Militar), compreende parte de alguns bairros como Dom Avelar, Zona Militar, Loteamento Recife, Henrique Leite, Carneiro, Jatobá, Terra

do Sul e José e Maria. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 19 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 05 em Petrolina-PE.

A rede de macrodrenagem que interliga os trechos de drenagem do Riacho Batalhão e o seu destino foi estimada pela delimitação a partir do PE3D e, portanto, será confirmada pela equipe de topografia na elaboração de produtos posteriores do Plano de Macrodrenagem.

Figura 44 – Sub-bacias da bacia 05 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 19 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 05 em Petrolina-PE.

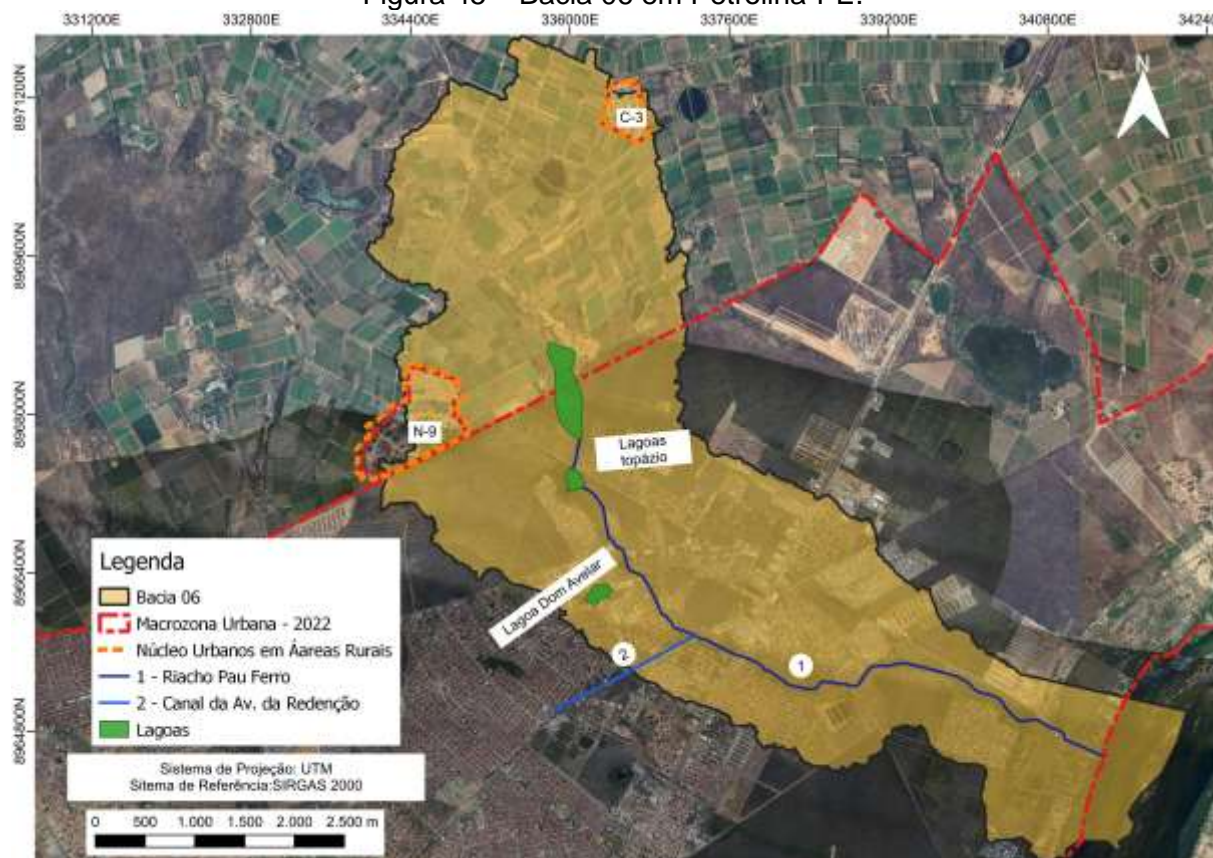
SUB-BACIA	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)
5.1	14,73	34,39
5.2	3,92	11,08
<b>5</b>	<b>18,65</b>	<b>37,59</b>

Fonte: PDCA (2022).

As bacias 06, 08, 09, 12, 13 e 14 serão apresentadas a seguir de maneira integrada, sem maiores subdivisões em virtude da menor área das bacias, rede de drenagem menos densa, dispensando a necessidade de subdivisões, sem afetar a qualidade do seu diagnóstico.

A bacia 06 foi apresentada de maneira integrada, conforme a Figura 45, e tem como drenagem principal o Riacho Pau Ferro, compreendendo os bairros Dom Avelar, Topázio, Loteamento Recife, Vila Nova e Vila Marcela. Fazem parte da bacia 06, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados N-9, C-3, N-3. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 20 mostra as características correspondentes da bacia 06 em Petrolina-PE.

Figura 45 – Bacia 06 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

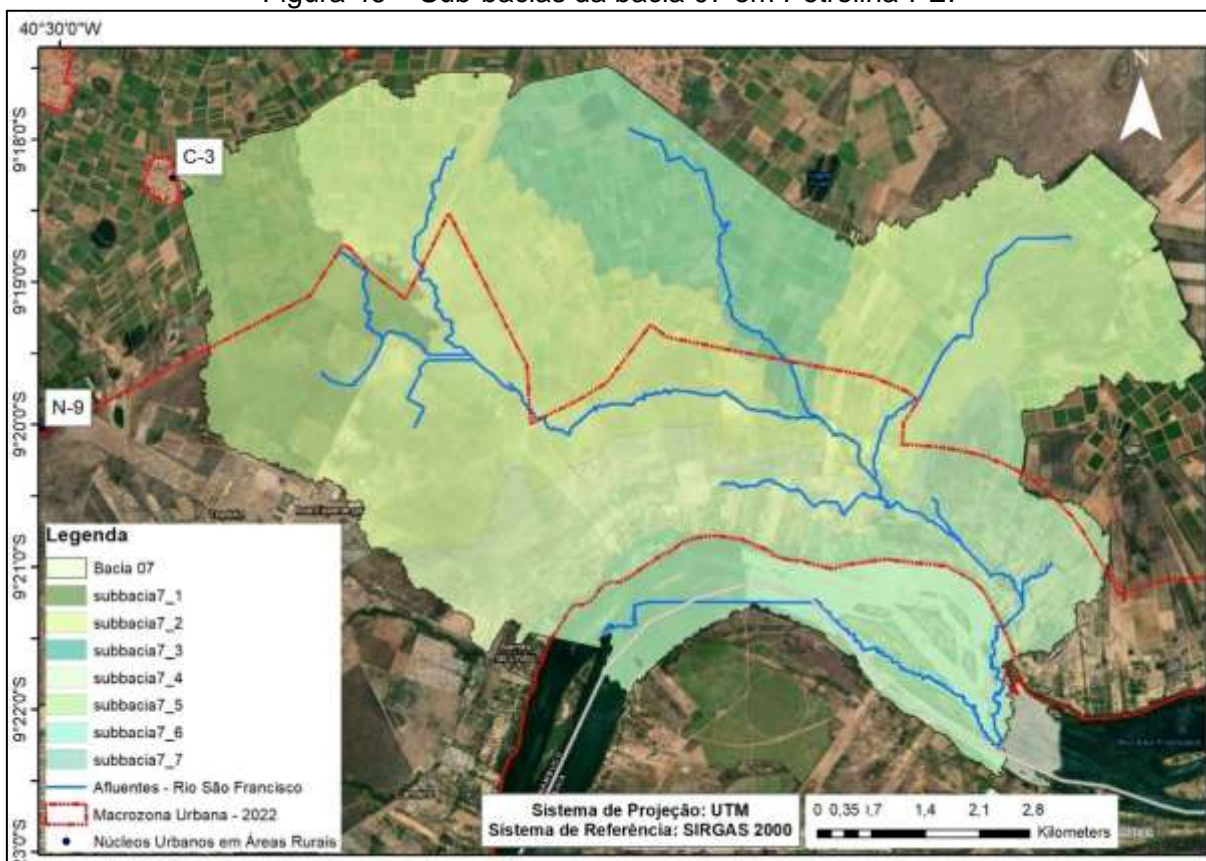
Tabela 20 – Características correspondentes a bacia 06 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
6	24,30	40,84

Fonte: PDCA (2022).

A bacia 07 foi subdividida em 7 sub-bacias, denominadas sub-bacia 7.1, sub-bacia 7.2, sub-bacia 7.3, sub-bacia 7.4, sub-bacia 7.5, sub-bacia 7.6 e sub-bacia 7.7, apresentadas na Figura 46, que compreende os bairros Boa Esperança e Serrote do Urubu. Os afluentes do Rio São Francisco, que compõem a bacia 07, totalizam 43,21 km de rede de drenagem nessa bacia. A Tabela 21 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 07 em Petrolina-PE.

Figura 46 – Sub-bacias da bacia 07 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 21 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 07 em Petrolina-PE.

SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
7.1	8,54	22,83
7.2	23,05	61,00
7.3	9,31	22,98
7.4	7,58	32,86
7.5	10,39	26,47
7.6	8,65	30,37
7.7	5,77	23,74
<b>7</b>	<b>73,29</b>	<b>73,70</b>

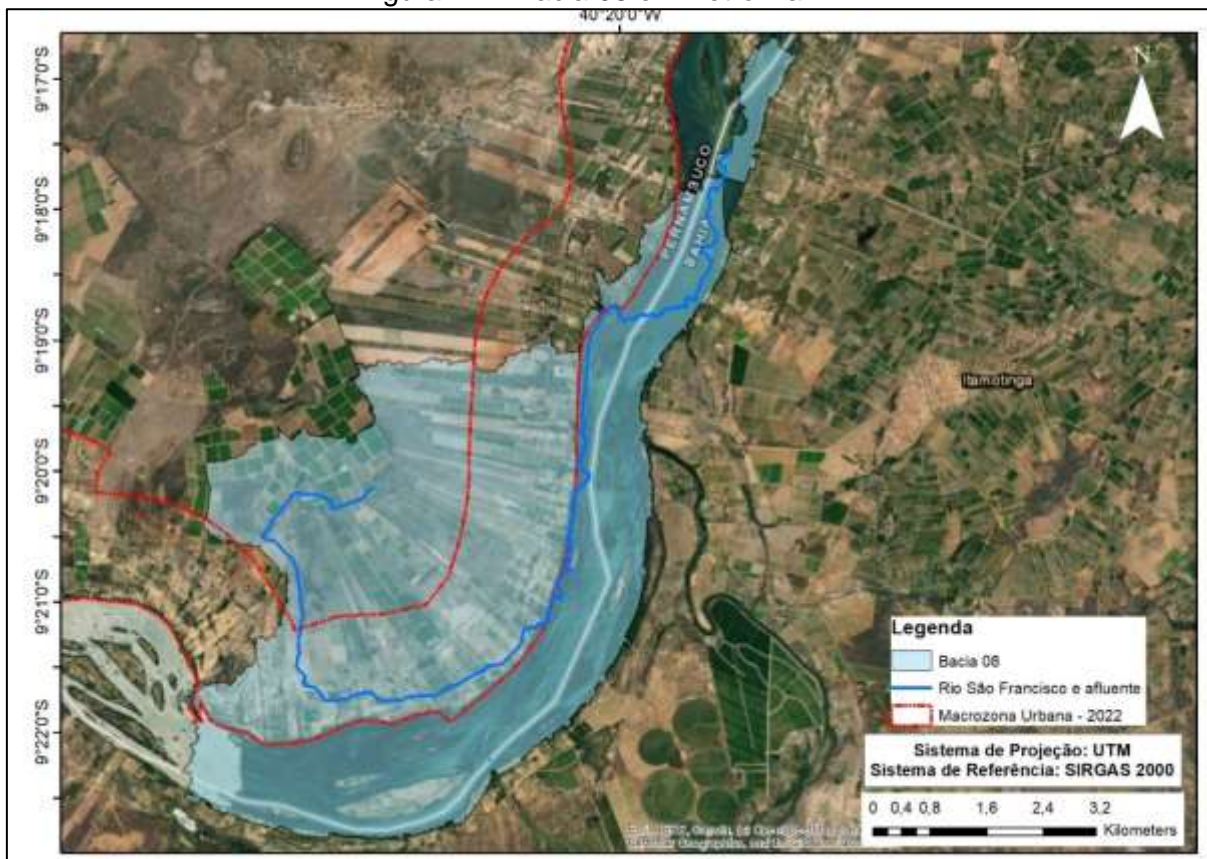
Fonte: PDCA (2022).

As bacias 08, 09, 10, 11, 12, 13 e 14 tem grande parte de sua ocupação áreas de plantações/agricultura, com ocupação de área rural, mas com possível expansão urbana futura.

As bacias 08 e 09 foram apresentadas de maneira integrada, conforme a Figura 47 e a Figura 48 – Bacia 09 em Petrolina-PE. O trecho do rio São Francisco e afluente, que compõe a bacia 08, totaliza 21,76 km de rede de drenagem nessa bacia. O afluente do Rio

São Francisco, que compõe a bacia 09, totaliza 5,41 km de rede de drenagem nessa bacia. A Tabela 22 e a Tabela 23 mostram as características correspondentes às bacias 08 e 09 em Petrolina-PE, respectivamente.

Figura 47 – Bacia 08 em Petrolina-PE.



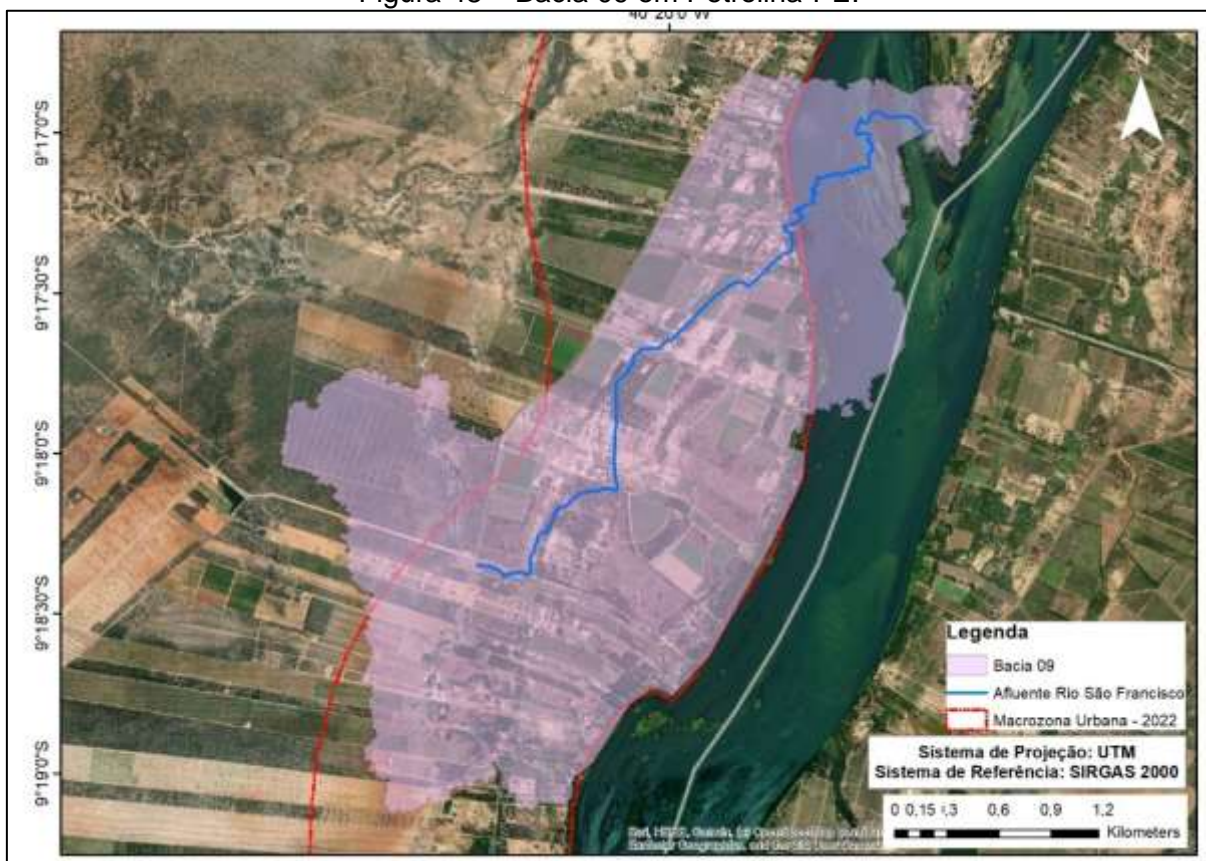
Fonte: PDCA (2022).

Tabela 22 – Características correspondentes a bacia 08 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
8	37,31	62,26

Fonte: PDCA (2022).

Figura 48 – Bacia 09 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

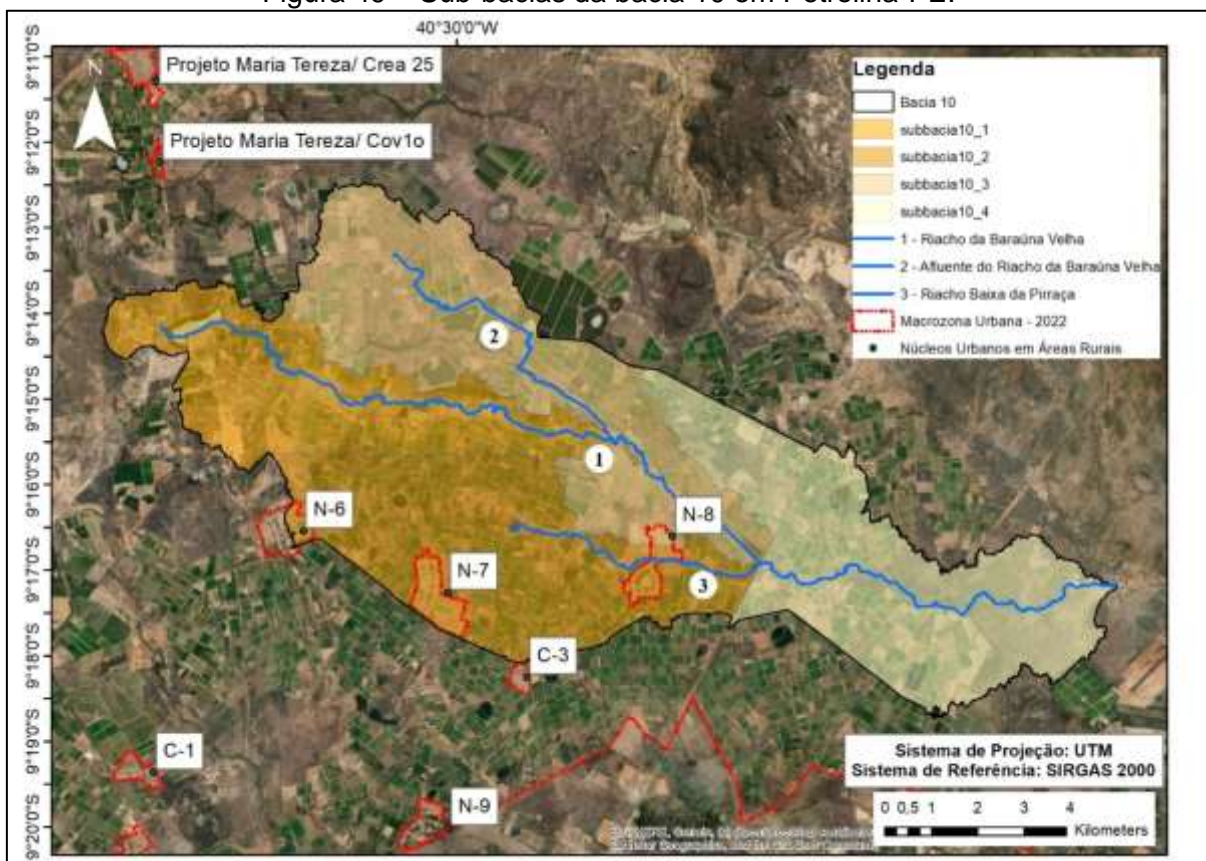
Tabela 23 – Características correspondentes a bacia 09 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
9	7,77	21,44

Fonte: PDCA (2022).

A bacia 10 foi subdividida em 4 sub-bacias, nomeadas em sub-bacia 10.1, sub-bacia 10.2, sub-bacia 10.3 e sub-bacia 10.4, conforme a Figura 49. Fazem parte da bacia 10, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados N-6, N-7, N-8. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 24 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 10 em Petrolina-PE.

Figura 49 – Sub-bacias da bacia 10 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

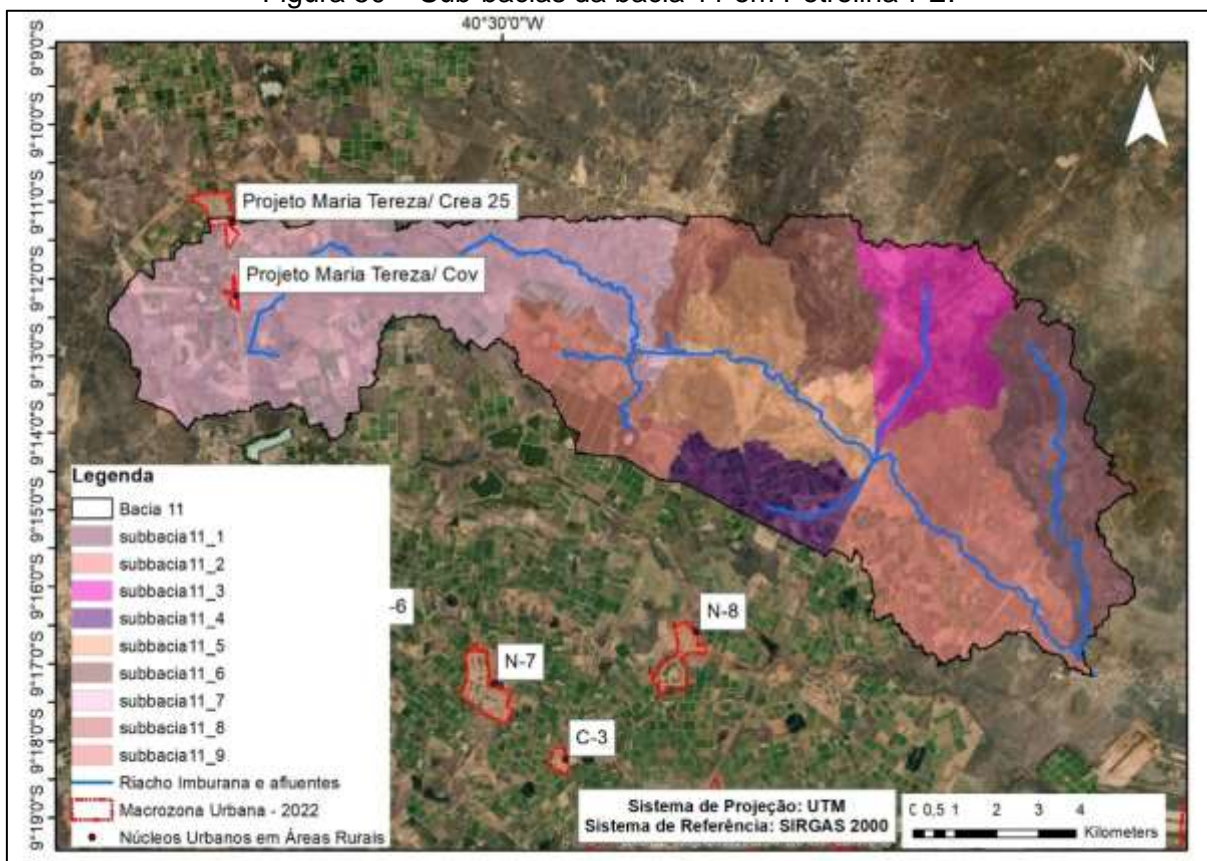
Tabela 24 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 10 em Petrolina-PE.

SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
10.1	20,09	51,86
10.2	27,35	43,78
10.3	28,70	62,54
10.4	28,18	52,06
<b>10</b>	<b>104,31</b>	<b>98,80</b>

Fonte: PDCA (2022).

A bacia 11 foi subdividida em 9 sub-bacias, nomeadas em sub-bacia 11.1, sub-bacia 11.2, sub-bacia 11.3, sub-bacia 11.4, sub-bacia 11.5, sub-bacia 11.6, sub-bacia 11.7, sub-bacia 11.8 e sub-bacia 11.9, conforme a Figura 50. Fazem parte da bacia 11, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados Projeto Maria Teresa Covão e Projeto Maria Teresa/Crea 25. A rede de drenagem é apresentada na Tabela 29. A Tabela 25 mostra as características correspondentes às sub-bacias da bacia 11 em Petrolina-PE.

Figura 50 – Sub-bacias da bacia 11 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

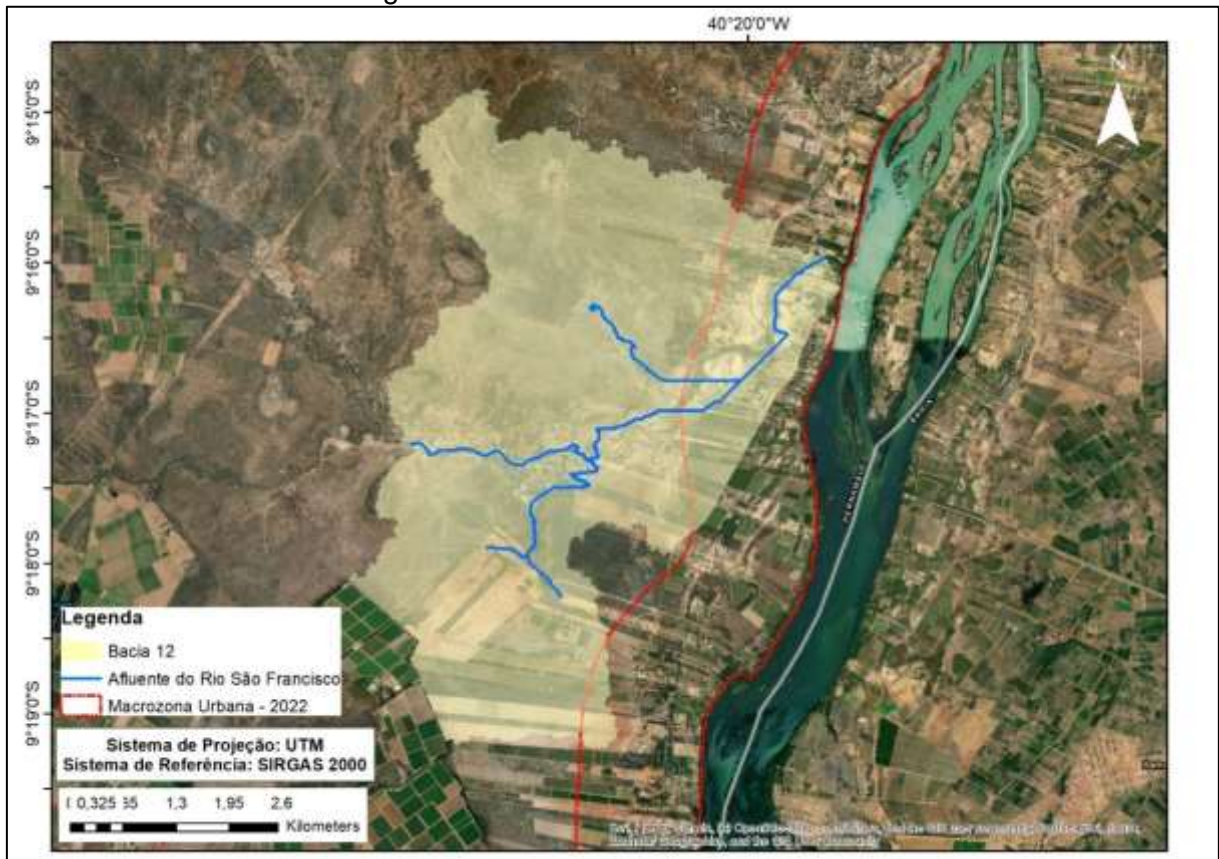
Tabela 25 – Características correspondentes as sub-bacias da bacia 11 em Petrolina-PE.

SUB-BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
11.1	14,70	40,78
11.2	22,52	42,94
11.3	12,78	30,54
11.4	7,14	18,92
11.5	16,39	34,51
11.6	6,94	21,38
11.7	44,37	72,59
11.8	3,82	17,86
11.9	9,50	26,71
<b>11</b>	<b>138,16</b>	<b>125,31</b>

Fonte: PDCA (2022).

As bacias 12, 13 e 14 foram apresentadas de maneira integrada conforme a Figura 51, Figura 52 e Figura 53, respectivamente. A Tabela 26, a Tabela 27, e a Tabela 28 mostram as características correspondentes as bacias 12, 13 e 14 em Petrolina-PE, respectivamente.

Figura 51 – Bacia 12 em Petrolina-PE.



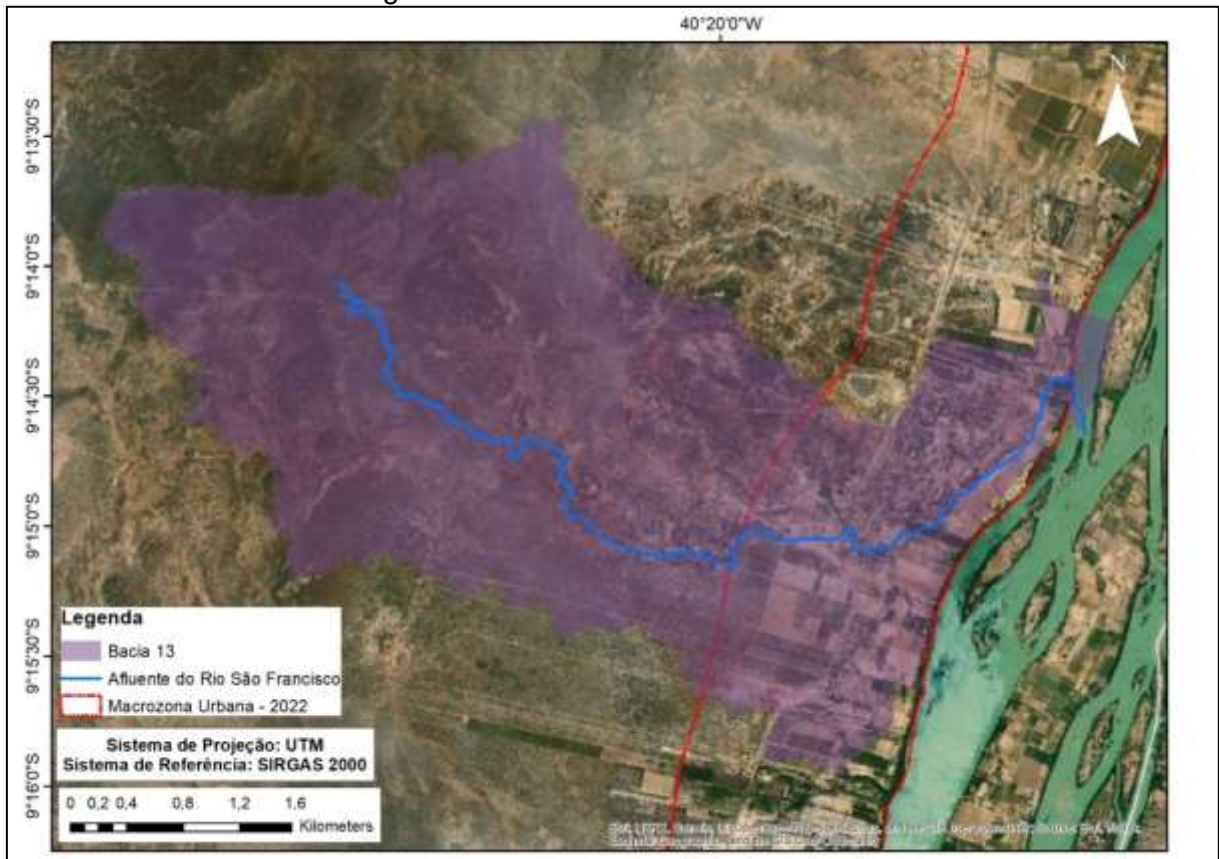
Fonte: PDCA (2022).

Tabela 26 – Características correspondentes a bacia 12 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
12	26,55	46,16

Fonte: PDCA (2022).

Figura 52 – Bacia 13 em Petrolina-PE.



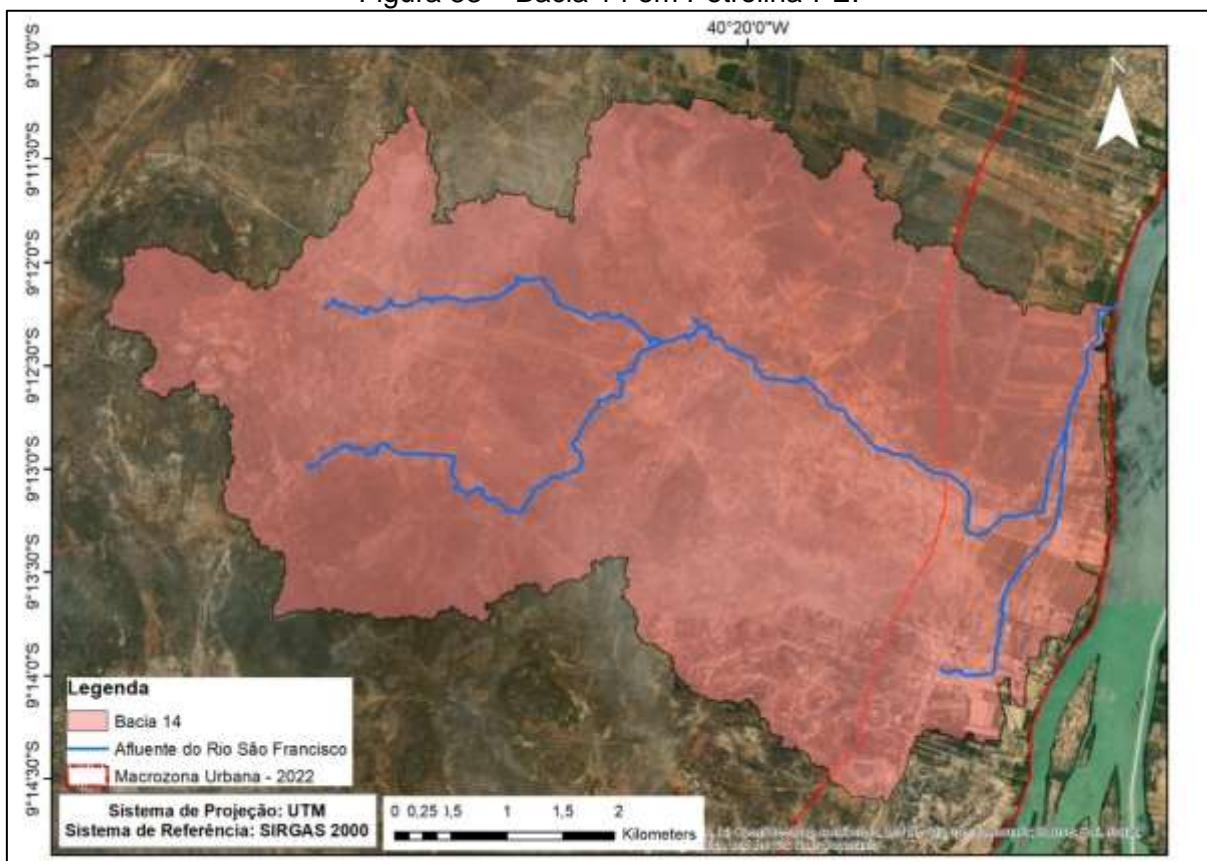
Fonte: PDCA (2022).

Tabela 27 – Características correspondentes a bacia 13 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
13	15,65	37,71

Fonte: PDCA (2022).

Figura 53 – Bacia 14 em Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Tabela 28 – Características correspondentes a bacia 14 em Petrolina-PE.

BACIA	ÁREA (km <sup>2</sup> )	PERÍMETRO (km)
14	33,21	51,40

Fonte: PDCA (2022).

A rede de drenagem completa é apresentada na Tabela 29. A Figura 54 representa a identificação dos bairros de acordo com as bacias delimitadas para auxiliar na identificação dos setores e assim auxiliar na tomada de decisão, considerando o Plano Diretor Participativo, Lei Complementar nº 034/2022.

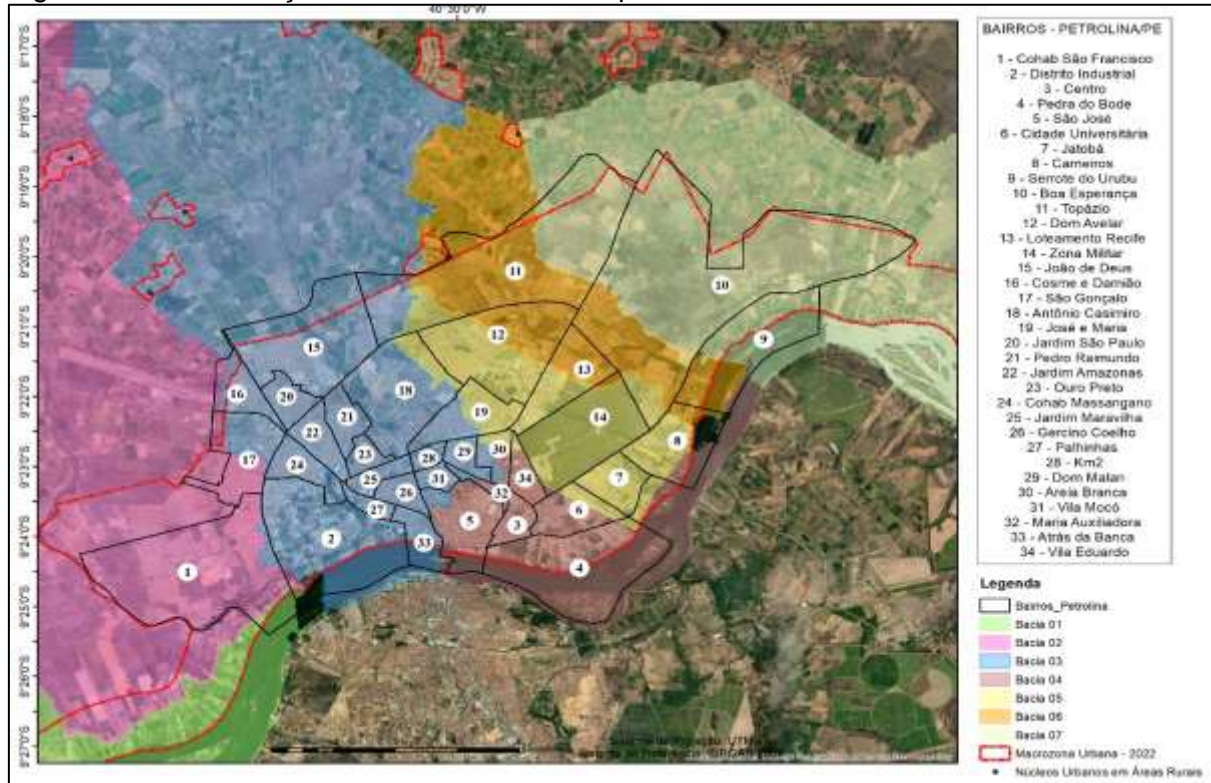
A Figura 55 ilustra a rede de macrodrenagem da área urbana da sede do município de Petrolina-PE, incluindo os canais artificiais e os riachos naturais, assim como as Lagoas do Jatobá, São Joaquim e Dom Avelar.

Tabela 29 – Características correspondentes as principais redes de drenagem.

<b>DRENAGEM</b>	<b>EXTENSÃO (km)</b>	<b>LOCALIZAÇÃO</b>
Canal Avenida Tapuio	0,34	Bacia 02
Canal do Jardim Petrópolis	0,71	Bacia 02
Riacho Baixa das Malaquias	5,57	Bacia 02
Riacho Baixa das Panelinhas	13,88	Bacia 02
Riacho Baixo do Morro Branco	19,82	Bacia 02
Riacho Estandarte	11,57	Bacia 02
Riacho Goela do Moco	5,74	Bacia 02
Riacho Porca	7,44	Bacia 02
Riacho Vitória	34,98	Bacia 02
Canal Av. João Campos (microdrenagem)	0,83	Bacia 03
Canal Vale do Grande Rio	1,23	Bacia 03
Canal do João de Deus	2,96	Bacia 03
Canal do Massangano	1,40	Bacia 03
Canal do Dom Malan	3,38	Bacia 03
Afluente Riacho das Porteiras	2,31	Bacia 03 – Sub-bacia 3.4
Afluente Riacho das Porteiras	4,93	Bacia 03 – Sub-bacia 3.2
Afluente Riacho das Porteiras	7,10	Bacia 03 – Sub-bacia 3.14
Riacho das Porteiras	35,48	Bacia 03
Canal do São José	1,70	Bacia 04
Canal do Alto Cheiroso	2,75	Bacia 04
Riacho do Batalhão	5,42	Bacia 05
Canal do Henrique Leite	0,59	Bacia 05
Riacho Pau Ferro	5,84	Bacia 06
Canal da Av. da Redenção	1,58	Bacia 06
Riacho Baixa da Pirraça	7,13	Bacia 10
Riacho da Baraúna Velha	30,2	Bacia 10
Afluente do Riacho da Baraúna Velha	9,0	Bacia 10
Afluente Riacho Imburana	11,87	Bacia 11 – Sub-bacia 11.1
Afluente Riacho Imburana	5,96	Bacia 11 – Sub-bacia 11.3
Afluente Riacho Imburana	4,11	Bacia 11 – Sub-bacia 11.4
Afluente Riacho Imburana	6,03	Bacia 11 – Sub-bacia 11.6
Afluente Riacho Imburana	0,89	Bacia 11 – Sub-bacia 11.8
Afluente Riacho Imburana	6,45	Bacia 11 – Sub-bacia 11.9
Riacho Imburana	36,31	Bacia 11
Afluentes Rio São Francisco	15,41	Bacia 12
Afluente Rio São Francisco	9,44	Bacia 13
Afluentes Rio São Francisco	20,78	Bacia 14

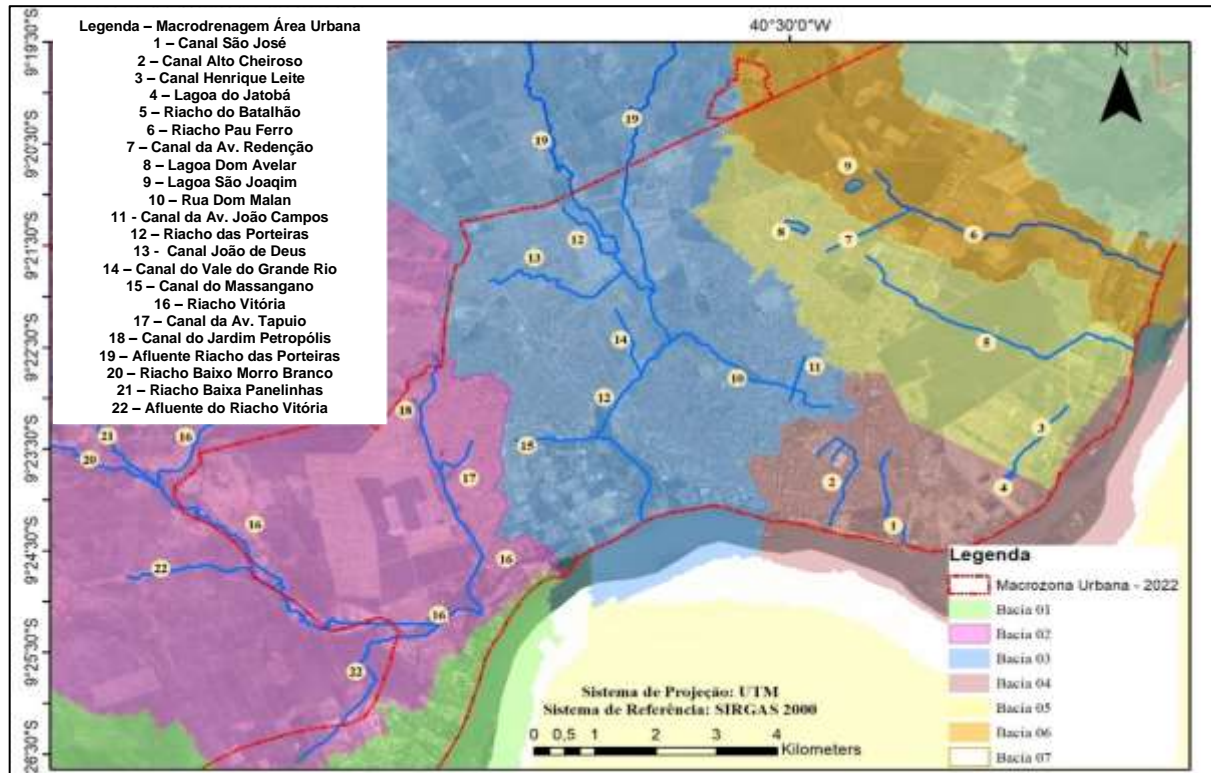
Fonte: PDCA (2022).

Figura 54 – Identificação dos bairros do município de Petrolina-PE de acordo com as bacias.



Fonte: PDCA (2022).

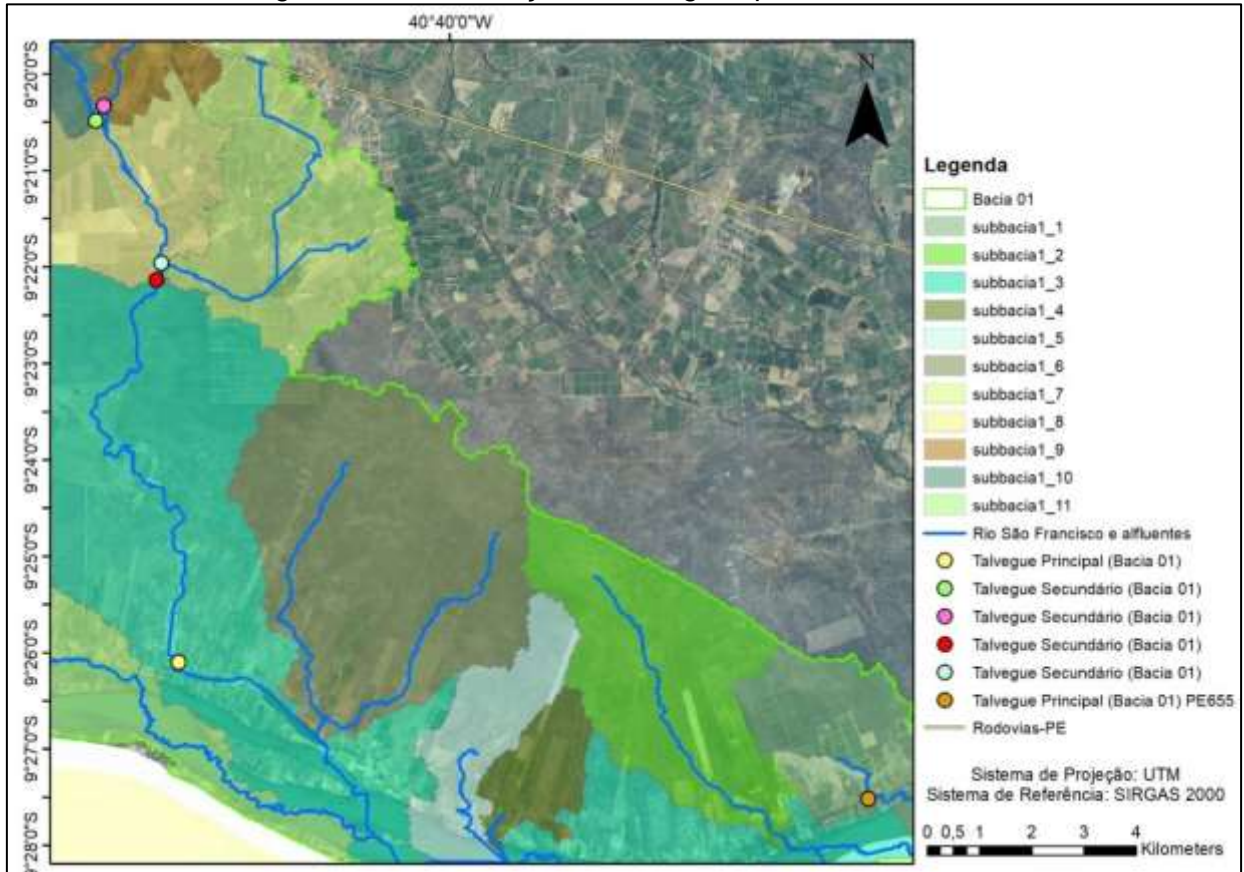
Figura 55 – Identificação da rede de macrodrenagem na área urbana da sede do município de Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

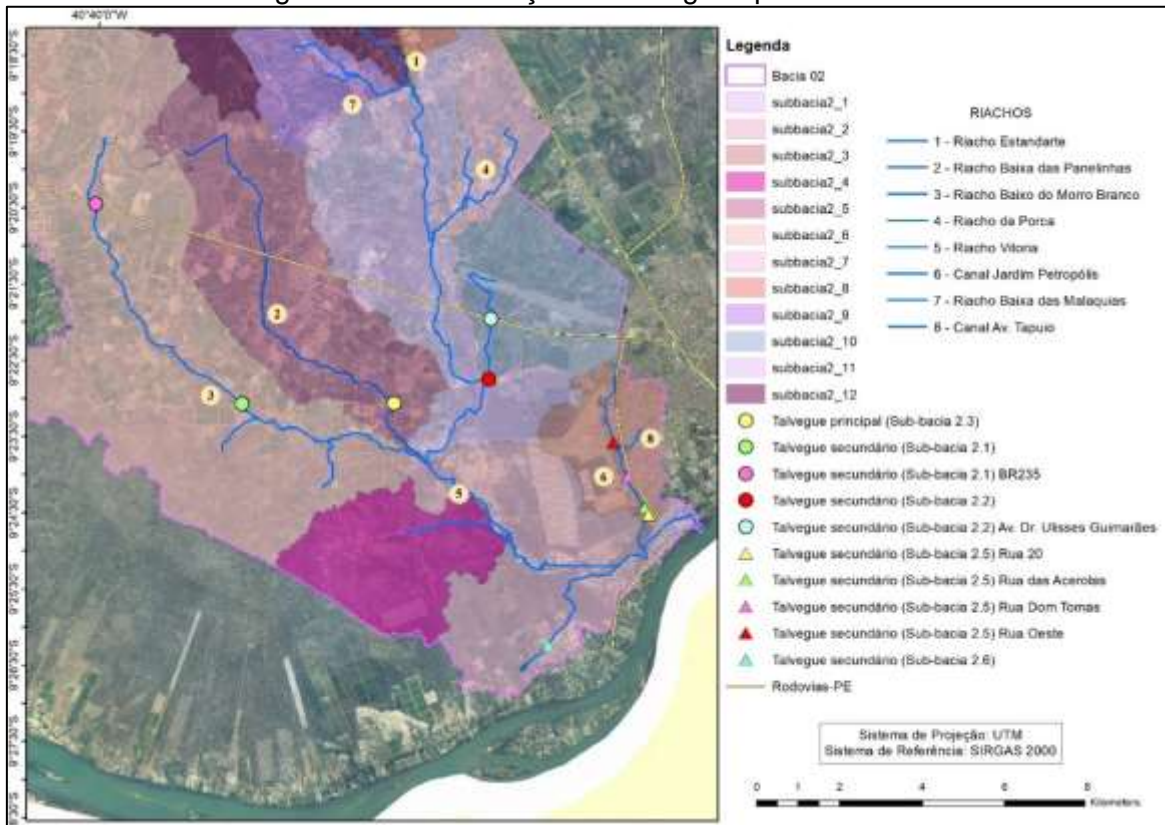
Para melhor caracterização das bacias e sub-bacias, foram identificados os talvegues principais e secundários mais relevantes para o Plano Diretor de Drenagem Urbana, conforme pode ser observado a seguir, a partir da Figura 56 à Figura 63.

Figura 56 – Identificação de talvegues para a Bacia 01.



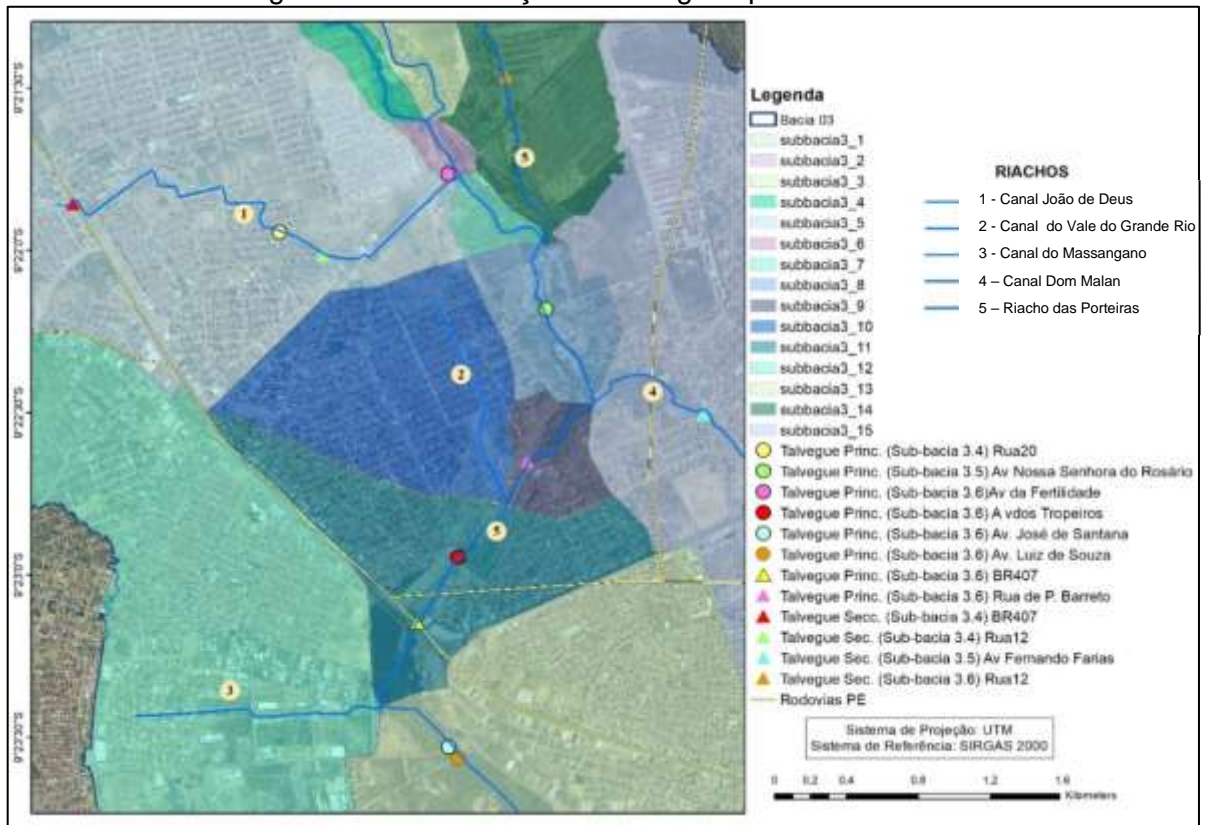
Fonte: PDCA (2022).

Figura 57 – Identificação de talvegues para a Bacia 02.



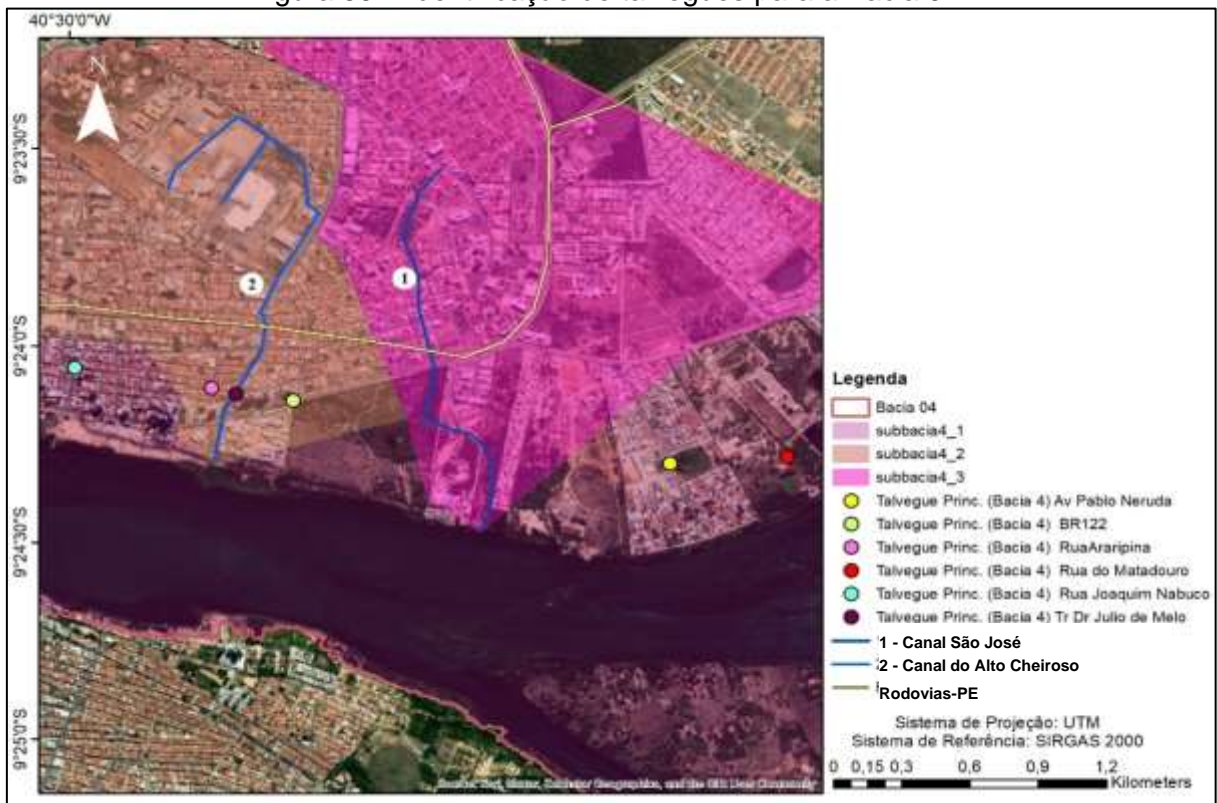
Fonte: PDCA (2022).

Figura 58 – Identificação de talvegues para a Bacia 03.



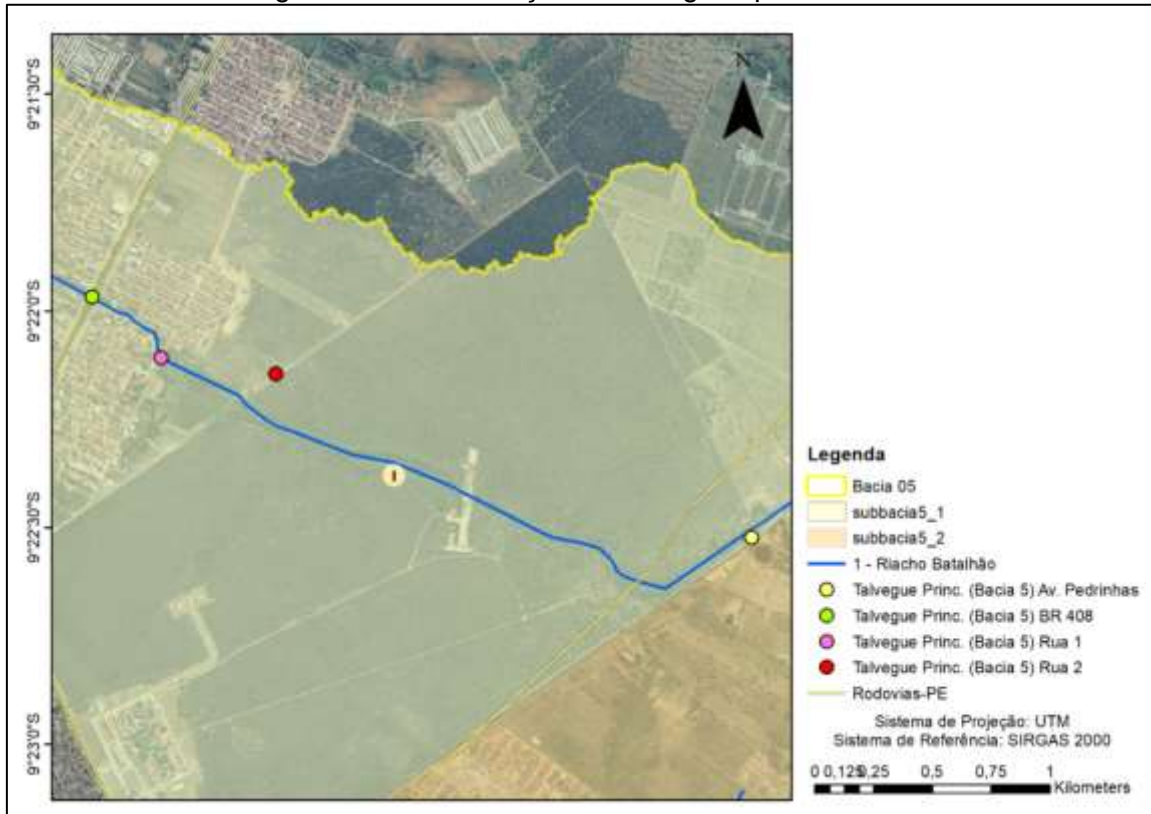
Fonte: PDCA (2022).

Figura 59 – Identificação de talvegues para a Bacia 04.



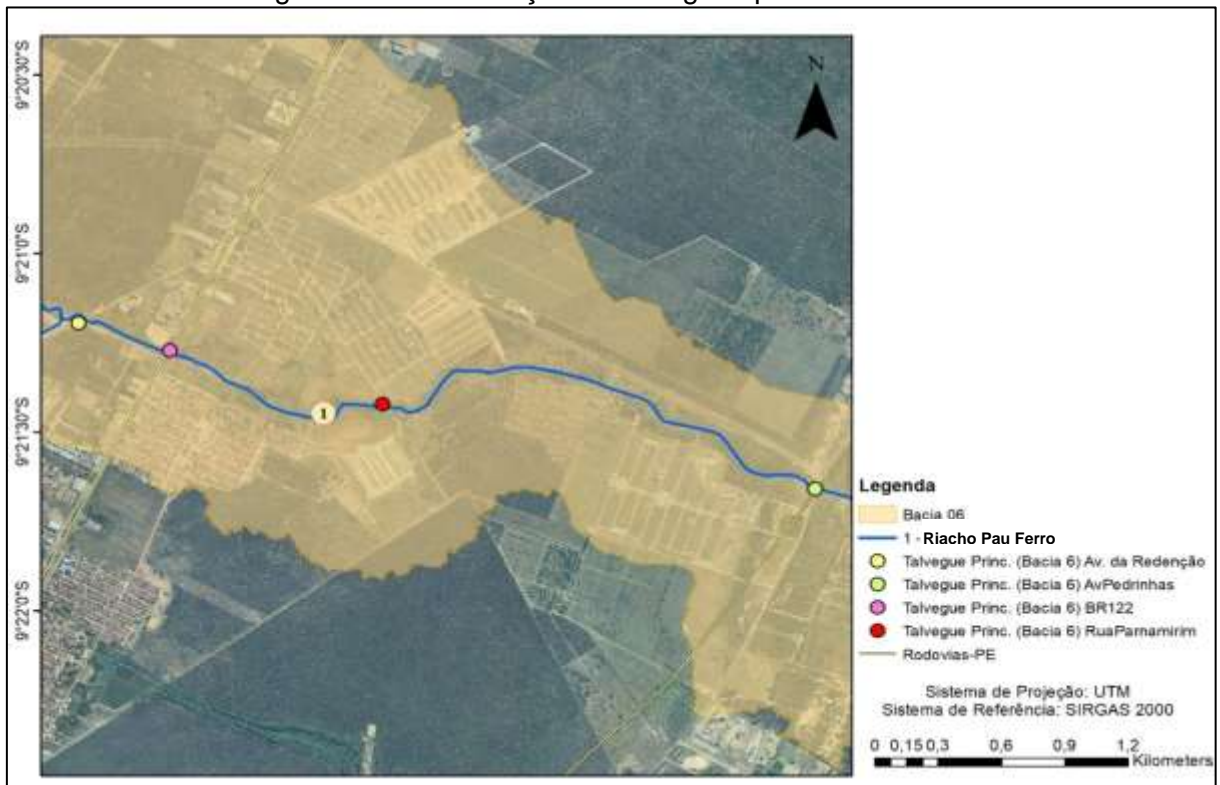
Fonte: PDCA (2022).

Figura 60 – Identificação de talvegues para a Bacia 05.



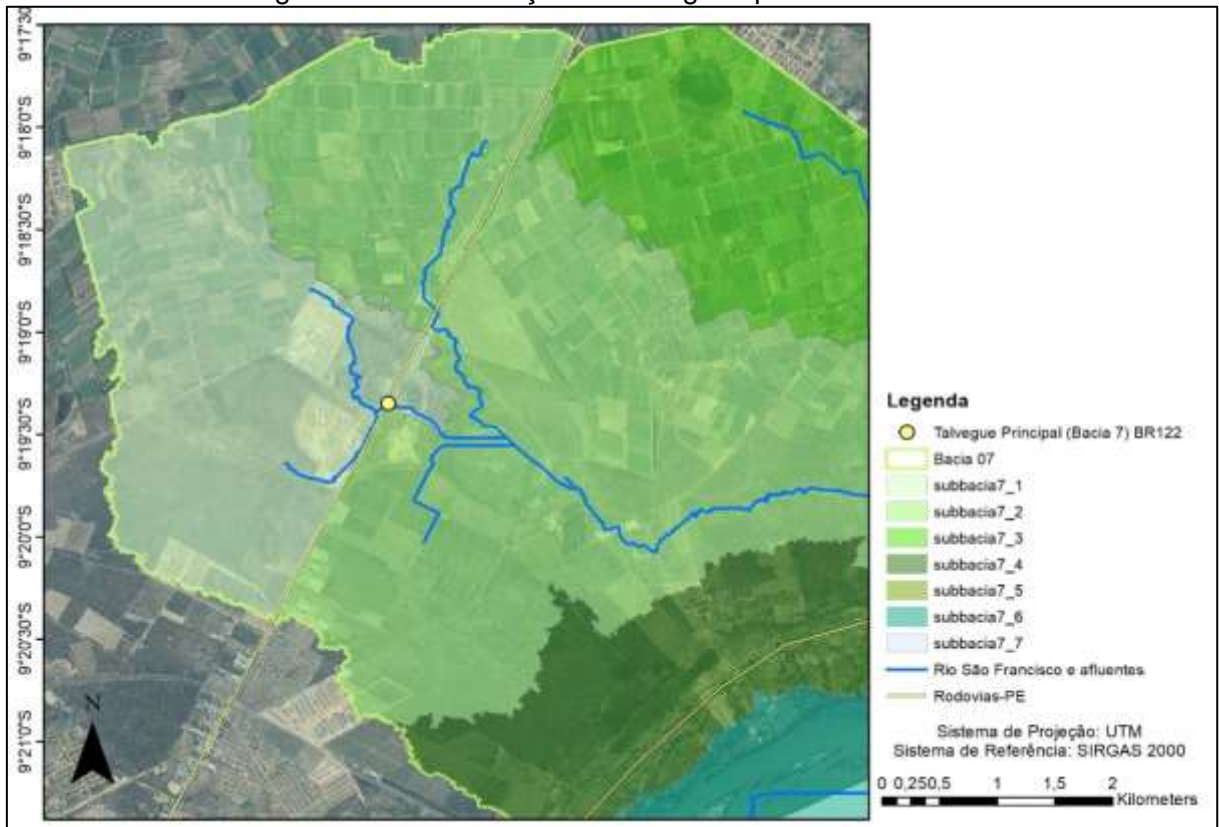
Fonte: PDCA (2022).

Figura 61 – Identificação de talvegues para a Bacia 06.



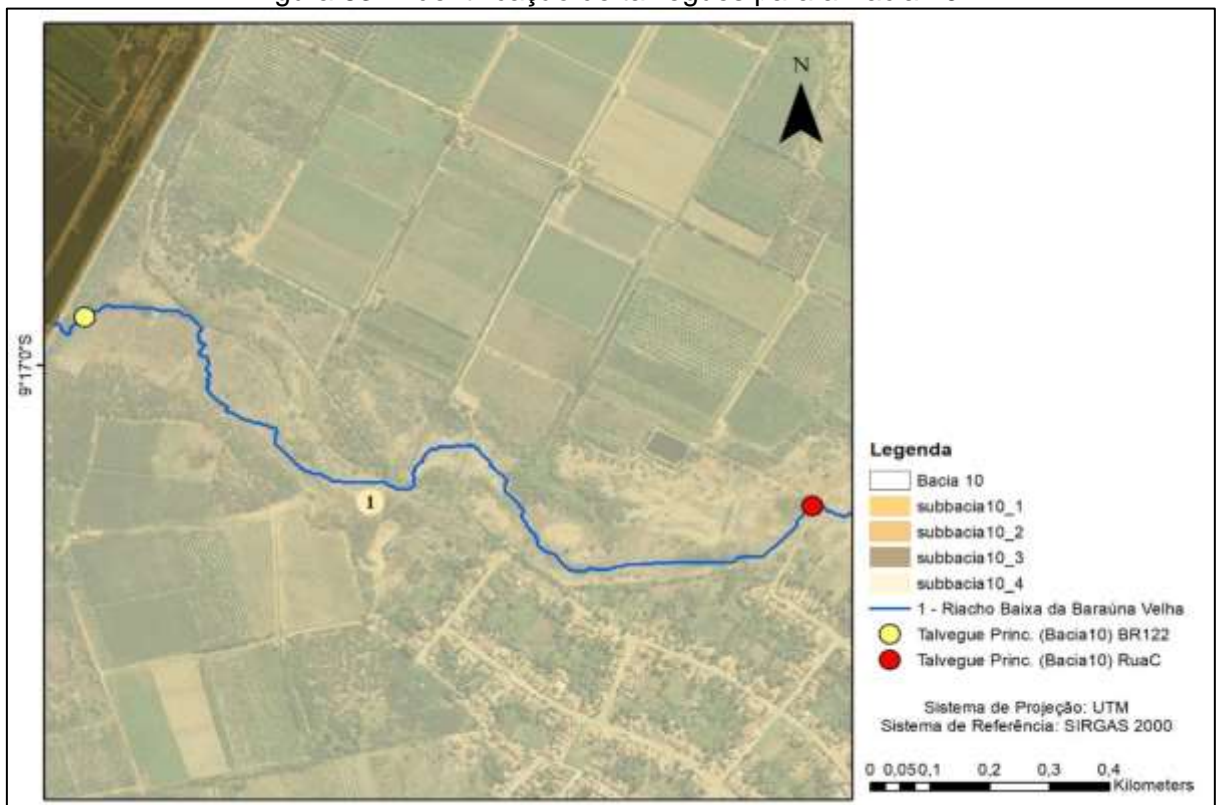
Fonte: PDCA (2022).

Figura 62 – Identificação de talvegues para a Bacia 07.



Fonte: PDCA (2022).

Figura 63 – Identificação de talvegues para a Bacia 10.



Fonte: PDCA (2022).

### 5.3 USO DO PE3D NA ESCALA 1:1000 PARA PROJETOS DE DRENAGEM URBANA

O programa Pernambuco Tridimensional (PE3D), foi iniciado em 2014 pela Secretaria de Infraestrutura e Recursos Hídricos (SEINFRA) do estado de Pernambuco com o objetivo de realizar varredura a laser e obter ortoimagens de alta resolução de toda a superfície territorial pernambucana. A tecnologia utilizada é a LiDAR (Light Detection And Ranging), com captura de dados realizada por sensores e câmeras instalados em aeronaves contratadas para o levantamento. O método consiste na emissão de feixe de laser, emitido com auxílio de espelhos, em direção a objetos. Um sistema é encarregado de captar o tempo entre a emissão e a recepção do pulso para obter a distância entre o receptor e o objeto (GALVANIN E DAL POZ, 2013).

O recobrimento laser gera uma nuvem de pontos que, após o pós-processamento, permite a geração de Modelos Digitais do Terreno (MDT) e Modelos Digitais de Elevação (MDE).

A utilização do Lidar traz diversas vantagens de rapidez de execução dos levantamentos associado com uma precisão muito boa. No entanto, seu uso vai sendo ampliado gradativamente porque os custos são elevados. Nos últimos anos o levantamento com Lidar tem sido realizado em diversos países. A Holanda com seu território integralmente recoberto (HENN *et. al.*, 2013) e os Estados Unidos tem dados de levantamento LiDAR relativos a cerca de 1/3 do seu território. Outros países têm feito levantamentos localizados.

Em Pernambuco, a tecnologia Lidar foi contratada inicialmente pelo Governo do Estado em 2011 após as grandes cheias no rio Una na década passada que causaram inúmeros prejuízos em muitas cidades da mata sul do estado. Na busca pela melhor tecnologia disponível para levantamento das características do terreno, foi escolhido o recobrimento aerofotogramétrico e varredura a laser, utilizando a tecnologia LiDAR, para mapeamento da calha e leito de inundação do referido rio e sedes dos municípios atingidos pelas inundações.

Nos anos seguintes, de posse destes dados, foi possível desenvolver estudos para modelagem do comportamento hidrodinâmico dos rios durante as cheias (DANTAS *et. al.*, 2014), e subsidiar a elaboração de projetos para construção de barragens, ampliação da calha de rios e ações de reconstrução.

Em virtude dos bons resultados obtidos nos projetos das barragens da mata sul, a utilização do Lidar foi ampliada para todo o estado dando origem à elaboração do PE3D. Atualmente todo o estado de Pernambuco conta com o levantamento a laser, sendo que nas cidades o levantamento foi realizado com mais detalhes e com melhor precisão.

Na área rural, o recobrimento aerofotogramétrico foi planejado para gerar ortofotos na escala 1:5000, com resolução espacial de 50cm, assim como fotoíndices e seus respectivos metadados. A densidade de pontos cotados foi de aproximadamente 1 ponto a cada 2m<sup>2</sup>, com erro altimétrico melhor que 25cm.

Nas áreas urbanas, sedes de municípios, o levantamento e o processamento de dados foram realizados para elaborar mapas na escala 1:1000. Nessas áreas urbanas, a resolução espacial das ortofotos é da ordem de 12cm. O erro de altimetria é inferior a 10cm, e a densidade média do levantamento é de aproximadamente 4 pontos por m<sup>2</sup>.

Alguns autores têm comparado a precisão de MDT gerado a partir do SRTM-90 em relação ao MDT gerado com levantamentos a laser (LIU *et. al.*, 2005; SHI *et. al.*, 2012) e tem sido realizadas comparações com o MDT derivado do TOPODATA. O levantamento a laser tem se saído muito bem nas comparações.

É importante lembrar que no caso do PE3D, além da utilização da tecnologia a laser que apresenta resultados muito bons, o levantamento foi feito com uma grande densidade de pontos, bem superior a outros levantamentos, de modo que os valores obtidos apresentam grande precisão.

Como conclusão, pode-se afirmar que os modelos digitais gerados a partir de varredura a laser com grande densidade de pontos proporcionam comprovadamente notável avanço na qualidade dos estudos e projetos que demandam conhecimento detalhado do terreno. No caso de projetos de drenagem urbana, incluindo os casos de previsão e controle de inundações, o MDT de alta resolução é essencial para se prever adequadamente o comportamento das águas pluviais urbanas.

#### 5.4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A metodologia aplicada mostra-se adequada e com boa precisão para obtenção da rede de macrodrenagem e estudo de planos diretores de drenagem urbana;
- A delimitação automática da rede de drenagem obtida a partir de dados do PE3D apresenta precisão compatível e de alta qualidade a fim de auxiliar na gestão dos recursos hídricos. A aerofotogrametria, levantamento contratado pela SEINFRA (Pregão Eletrônico nº 199/2021), também poderá ser utilizada para auxiliar no diagnóstico e estudo de soluções para as bacias e sub-bacias analisadas;
- Os dados topográficos e delimitações obtidas da rede de drenagem a partir do PE3D possuem precisão para o correto diagnóstico e proposição de ações prioritárias e sistemáticas para as bacias definidas;
- Os bairros e principais corpos hídricos de drenagem, assim como a projeção da área urbana para o município de Petrolina em 2022 foram consideradas de acordo com o Plano Diretor Participativo, Lei Complementar 034/2022;
- Alguns distritos, que compõem os núcleos urbanos em áreas rurais, serão analisados isoladamente a fim de obter uma melhor precisão nos dados de drenagem.

## 6 LEVANTAMENTO TOPOGRÁFICO DA MACRODRENAGEM

Este capítulo contempla informações sobre os estudos topográficos realizados no município de Petrolina/PE, bem como a metodologia aplicada para o referente levantamento, apresentando a monografia dos marcos geodésicos, as bases homologadas e o detalhamento dos corpos hídricos cadastrados a partir de imagens de satélite e relatórios fotográficos.

Obteve-se como produto o levantamento topográfico do sistema de macrodrenagem de Petrolina, apresentando as plantas com os elementos presentes em cada área levantada, bem como o cadastro dos macrodrenos da cidade. As informações sobre a área urbana de Petrolina foram obtidas com o auxílio do Plano Diretor Participativo, Lei complementar nº 034/2022 (PETROLINA, 2022).




### 6.1 ESTUDOS TOPOGRÁFICOS

Para elaboração deste levantamento, foi realizado o estudo topográfico planialtimétrico cadastral, a fim de se obter as alturas relativas de uma superfície para geração de curvas de nível, a construção de perfis topográficos, juntamente com identificação dos equipamentos urbanos existentes nas vias de estudo.

Para início dos levantamentos, foram implantados marcos topográficos georreferenciados utilizando o método de posicionamento por ponto preciso (PPP) empregado por receptores GNSS (Global Navigation Satellite System). As monografias dos marcos implantados estão apresentadas no próximo tópico.

## 6.2 MONOGRAFIAS DOS MARCOS GEODÉSIOS

				<b>PDCA Engenharia Consultoria</b>			
<b>MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO</b>				Nome da estação		UF	Localidade
				MARCO 1		PE	PETROLINA
<b>INFORMAÇÕES DE RASTREIO</b>							
Período de Ocupação						Altura da Antena (m)	
Início			Término				
Data:	2022/02/14	Data:	2022/02/14	Início:	1,555		
Hora:	20:25:18,00	Hora:	21:34:12,00	Término:	1,555		
<b>Equipamentos</b>							
Modelo do Receptor:			CHC X91	Tipo de Antena:		INTERNA	
<b>COORDENADAS AJUSTADAS – SIRGAS2000</b>							
Geográficas				SIGMA (95%)		UTM	
Latitude:	-9° 23' 25,8170"			0,011	E (m):	336043.735	
Longitude:	-40° 29' 35,3498"			0,060	N (m):	8961625.609	
Altitude Geométrica(m):	363,06			0,026	Fuso:	24S	
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>						Altitude Normal (m) (obtida através de ondulação geoidal)	
Método de posicionamento		Estação de Referência		Ondulação Geoidal			
ESTÁTICO		PPP-IBGE		-13,27		376,33	
Vista do ponto				Vista panorâmica			
							
Descrição:							
Observações:							

		<b>PDCA Engenharia Consultoria</b>			
<b>MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO</b>		Nome da estação		UF	Localidade
		MARCO 2		PE	PETROLINA
<b>INFORMAÇÕES DE RASTREIO</b>					
Período de Ocupação				Altura da Antena (m)	
Início		Término			
Data:	2022/02/26	Data:	2022/02/26	Início:	1,560
Hora:	15:37:58,00	Hora:	18:29:39,00	Término:	1,560
<b>Equipamentos</b>					
Modelo do Receptor:		CHC X91	Tipo de Antena:		INTERNA
<b>COORDENADAS AJUSTADAS – SIRGAS2000</b>					
Geográficas			SIGMA (95%)	UTM	
Latitude:	-9° 22' 31,6032"		0,002	E (m):	339923.916
Longitude:	-40° 27' 27,9370"		0,005	N (m):	8963307.418
Altitude Geométrica(m):	352,25		0,007	Fuso:	24S
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>				Altitude Normal (m) (obtida através de ondulação geoidal)	
Método de posicionamento	Estação de Referência		Ondulação Geoidal		
ESTÁTICO	PPP-IBGE		-13,2	365,45	
Vista do ponto			Vista panorâmica		
					
Descrição:					
Observações:					

		<b>PDCA Engenharia Consultoria</b>			
<b>MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO</b>		Nome da estação		UF	Localidade
		MARCO 3		PE	PETROLINA
<b>INFORMAÇÕES DE RASTREIO</b>					
Período de Ocupação				Altura da Antena (m)	
Início		Término			
Data:	2022/02/26	Data:	2022/02/26	Início:	1,485
Hora:	19:26:39,00	Hora:	21:26:47,00	Término:	1,485
<b>Equipamentos</b>					
Modelo do Receptor:		CHC X91	Tipo de Antena:		INTERNA
<b>COORDENADAS AJUSTADAS – SIRGAS2000</b>					
Geográficas			SIGMA (95%)	UTM	
Latitude:	-9° 21' 17,7006"		0,002	E (m):	337707.487
Longitude:	-40° 28' 40,2728"		0,016	N (m):	8965568.546
Altitude Geométrica(m):	366,48		0,010	Fuso:	24S
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>				Altitude Normal (m) (obtida através de ondulação geoidal)	
Método de posicionamento	Estação de Referência	Ondulação Geoidal			
ESTATICO	PPP-IBGE	-13,2		379,68	
Vista do ponto			Vista panorâmica		
					
Descrição:					
Observações:					

		<b>PDCA Engenharia Consultoria</b>			
<b>MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO</b>		Nome da estação		UF	Localidade
		MARCO 4		PE	PETROLINA
<b>INFORMAÇÕES DE RASTREIO</b>					
Período de Ocupação				Altura da Antena (m)	
Início		Término			
Data:	2022/02/16	Data:	2022/02/16	Início:	1,561
Hora:	11:08:06,00	Hora:	13:52:06,00	Término:	1,561
<b>Equipamentos</b>					
Modelo do Receptor:		CHC X91	Tipo de Antena:		INTERNA
<b>COORDENADAS AJUSTADAS – SIRGAS2000</b>					
Geográficas			SIGMA (95%)	UTM	
Latitude:	-9° 20' 43,3008"		0,003	E (m):	336553.137
Longitude:	-40° 29' 17,9604"		0,010	N (m):	8966620.496
Altitude Geométrica(m):	367,25		0,014	Fuso:	24S
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>					Altitude Normal (m) (obtida através de ondulação geoidal)
Método de posicionamento	Estação de Referência	Ondulação Geoidal			
ESTATICO	PPP-IBGE	-13,22			
Vista do ponto			Vista panorâmica		
					
Descrição:					
Observações:					

		<b>PDCA Engenharia Consultoria</b>			
<b>MONOGRAFIA DE MARCO GEODÉSICO</b>		Nome da estação		UF	Localidade
		MARCO 5		PE	PETROLINA
<b>INFORMAÇÕES DE RASTREIO</b>					
Período de Ocupação				Altura da Antena (m)	
Início		Término			
Data:	2022/02/14	Data:	2022/02/14	Início:	1,555
Hora:	11:51:06,00	Hora:	14:32:18,00	Término:	1,555
<b>Equipamentos</b>					
Modelo do Receptor:		CHC X91	Tipo de Antena:		INTERNA
<b>COORDENADAS AJUSTADAS – SIRGAS2000</b>					
Geográficas			SIGMA (95%)	UTM	
Latitude:	-9° 23' 36,4569"		0,001	E (m):	330747.125
Longitude:	-40° 32' 29,0083"		0,005	N (m):	8961275.837
Altitude Geométrica(m):	370,08		0,007	Fuso:	24S
<b>INFORMAÇÕES COMPLEMENTARES</b>				Altitude Normal (m) (obtida através de ondulação geoidal)	
Método de posicionamento	Estação de Referência	Ondulação Geoidal			
ESTATICO	PPP-IBGE	-13,34		383,42	
Vista do ponto			Vista panorâmica		
					
Descrição:					
Observações:					

### 6.3 BASES HOMOLOGADAS (PÓS-PROCESSAMENTO)

Para se alcançar uma melhor precisão para as coordenadas dos marcos implantados, foi feito um pós-processamento do rastreamento via site do IBGE (PPP). Os dados foram devidamente convertidos em formato RINEX, zipados e enviados ao site com as devidas considerações de altura e tipo de antena. O resultado foi a obtenção de um documento em formato PDF com as coordenadas precisas dos marcos, que será apresentado a seguir.

### 6.3.1 Base homologada Marco 1

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/14 20:25:18,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/14 21:34:12,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX01R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,555
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,31 GPS 2,28 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,78 GPS 0,64 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (E é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 23' 25,8170"	-40° 29' 35,3498"	303,00	8961625,609	336043,735	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 23' 25,8086"	-40° 29' 35,3521"	303,06	8961625,807	336043,657	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,011	0,000	0,026			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,27	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	376,33	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade das dados enviados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7210181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CGRS-PPP desenvolvido pelo Geomatics Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 20/02/2022 10:43:16

### 6.3.2 Base homologada Marco 2

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/26 15:37:58,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/26 18:29:39,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91+S NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,560
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,98 GPS 1,37 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,75 GPS 1,04 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 22' 31,6032"	-49° 27' 27,9370"	352,25	8963307,418	339923,916	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 22' 31,5948"	-49° 27' 27,9395"	352,25	8963307,676	339923,839	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,005	0,007			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,2	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	365,45	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 03/03/2022 09:22:01

### 6.3.3 Base homologada Marco 3

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/26 19:26:39,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/26 21:26:47,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91+S NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,485
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,17 GPS 1,52 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,93 GPS 0,86 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 21' 17,7006"	-40° 28' 40,2728"	366,48	8965568,546	337707,487	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 21' 17,6922"	-40° 28' 40,2753"	366,48	8965568,804	337707,409	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,016	0,010			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,2	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	379,68	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 03/03/2022 09:31:55

### 6.3.4 Base homologada Marco 4

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/16 11:08:06,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/16 13:52:06,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	ULTRA-RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,561
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,97 GPS 1,58 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,51 GPS 0,40 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 20' 43,3008"	-49° 29' 17,9604"	367,25	8966620,496	336553,137	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 20' 43,2924"	-49° 29' 17,9629"	367,25	8966620,754	336553,059	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,003	0,010	0,014			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,22	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	380,47	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 16/02/2022 18:29:03

### 6.3.5 Base homologada Marco 5

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/14 11:51:06,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/14 14:32:18,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,555
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,12 GPS 1,55 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,68 GPS 0,84 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 23' 36,4569"	-49° 32' 29,0083"	370,08	8961275,837	330747,125	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 23' 36,4485"	-49° 32' 29,0108"	370,08	8961276,095	330747,048	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,001	0,005	0,007			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,34	Incerteza (m): 0,06
Altitude Normal (m):	383,42	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 20/02/2022 10:20:51

### 6.3.6 Base homologada Av. da Redenção

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/28 13:33:37,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/28 15:34:10,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,720
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,09 GPS 1,29 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,70 GPS 0,86 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 21' 30,6659"	-49° 29' 30,2582"	367,50	8965163.815	336184.064	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 21' 30,6575"	-49° 29' 30,2607"	367,50	8965164.072	336183.987	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,008			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,23	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	380,73	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto preenchimento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 13/02/2022 18:03:55

### 6.3.7 Base homologada Av. Santusa Lopes Viana

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/12 11:10:22,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/12 13:52:45,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,650
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	0,95 GPS 1,25 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,65 GPS 1,14 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 21' 50,9499"	-49° 31' 16,1976"	360,42	8964526,841	332954,432	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 21' 50,9415"	-49° 31' 16,2001"	360,42	8964527,099	332954,355	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,008	0,010			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgcoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,29	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	373,71	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 13/02/2022 18:33:24

### 6.3.8 Base homologada Riacho Vitória

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/24 10:54:56,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/24 16:05:06,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91+S NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	2,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,749
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,06 GPS 1,46 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,69 GPS 0,74 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 24' 28,0269"	-49° 32' 09,0717"	355,18	8950694.194	331362.298	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 24' 28,0185"	-49° 32' 09,0742"	355,18	8950694.452	331362.221	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,004	0,009			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,34	Incerteza (m): 0,06
Altitude Normal (m):	368,52	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 03/03/2022 10:25:10

### 6.3.9 Base homologada Rua Cristóvão Colombo

**IBGE** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística  
Relatório do Posicionamento por Ponto Preciso (PPP)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/07 11:15:41,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/02/07 13:46:56,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,600
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,57 GPS 1,50 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,80 GPS 0,85 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 21' 51,4807"	-49° 28' 59,7184"	365,69	8964528,303	337118,551	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 21' 51,4723"	-49° 28' 59,7209"	365,69	8964528,560	337118,474	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,010			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,22	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	378,91	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 13/02/2022 18:18:57

### 6.3.10 Base homologada Rua João Campos

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/31 11:05:07,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/31 13:56:31,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	RÁPIDA
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,680
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,26 GPS 1,68 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,73 GPS 0,80 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (é a que deve ser usada) <sup>4</sup>	-9° 22' 53,2959"	-49° 29' 57,3802"	363,83	8962621,826	335367,364	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 22' 53,2875"	-49° 29' 57,3827"	363,83	8962622,084	335367,287	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,004	0,007	0,011			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,27	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	377,10	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCAN).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCAN).

Processamento autorizando para uso do IBGE.

### 6.3.11 Base homologada Viaduto dos Barranqueiros (Habib's)

#### Sumário do Processamento do marco: 974672

Início:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/27 12:31:07,00
Fim:AAAA/MM/DD HH:MM:SS.SS	2022/01/27 15:09:11,00
Modo de Operação do Usuário:	ESTÁTICO
Observação processada:	CÓDIGO & FASE
Modelo da Antena:	CHCX91R NONE
Órbitas dos satélites: <sup>1</sup>	FINAL
Frequência processada:	L3
Intervalo do processamento(s):	1,00
Sigma <sup>2</sup> da pseudodistância(m):	5,000
Sigma da portadora(m):	0,010
Altura da Antena <sup>3</sup> (m):	1,700
Ângulo de Elevação(graus):	10,000
Resíduos da pseudodistância(m):	1,11 GPS 1,37 GLONASS
Resíduos da fase da portadora(cm):	0,69 GPS 1,20 GLONASS

#### Coordenadas SIRGAS

	Latitude(gms)	Longitude(gms)	Alt. Geo.(m)	UTM N(m)	UTM E(m)	MC
Em 2000.4 (6 a que deve ser usado) <sup>4</sup>	-9° 23' 54,8290"	-49° 30' 16,7082"	359,86	8960729,941	334785,787	-39
Na data do levantamento <sup>5</sup>	-9° 23' 54,8206"	-49° 30' 16,7107"	359,86	8960729,199	334785,710	-39
Sigma(95%) <sup>6</sup> (m)	0,002	0,007	0,011			

#### Coordenada Altimétrica

Modelo:	hgeoHNOR_IMBITUBA	
Fator para Conversão (m):	-13,29	Incerteza (m): 0,07
Altitude Normal (m):	373,15	

#### Precisão esperada para um levantamento estático (metros)

Tipo de Receptor	Uma frequência		Duas frequências	
	Planimétrico	Altimétrico	Planimétrico	Altimétrico
Após 1 hora	0,700	0,600	0,040	0,040
Após 2 horas	0,330	0,330	0,017	0,018
Após 4 horas	0,170	0,220	0,009	0,010
Após 6 horas	0,120	0,180	0,005	0,008

<sup>1</sup> Órbitas obtidas do International GNSS Service (IGS) ou do Natural Resources of Canada (NRCan).

<sup>2</sup> O termo "Sigma" é referente ao desvio-padrão.

<sup>3</sup> Distância Vertical do Marco ao Plano de Referência da Antena (PRA).

<sup>4</sup> A coordenada oficial na data de referência do Sistema SIRGAS, ou seja, 2000.4. A redução de velocidade foi feita na data do levantamento, utilizando o modelo VEMOS em 2000.4.

<sup>5</sup> A data de levantamento considerada é a data de início da sessão.

<sup>6</sup> Este desvio-padrão representa a confiabilidade interna do processamento e não a exatidão da coordenada.

Os resultados apresentados neste relatório dependem da qualidade dos dados coletados e do correto processamento das informações por parte do usuário. Em caso de dúvidas, críticas ou sugestões contate: [ibge@ibge.gov.br](mailto:ibge@ibge.gov.br) ou pelo telefone 0800-7218181. Este serviço de posicionamento faz uso do aplicativo de processamento CSRS-PPP desenvolvido pela Geodetic Survey Division of Natural Resources of Canada (NRCan).

Processamento autorizado para uso do IBGE.

Processado em: 17/02/2022 12:55:20

#### 6.4 LEVANTAMENTO DA MACRODRENAGEM DE PETROLINA/PE

Os serviços topográficos (levantamento planialtimétrico) foram realizados pela PDCA Engenharia e estarão de acordo com o de coordenadas SIRGAS, 2000,4. Os marcos e as referências de nível a serem usados como base para os levantamentos topográficos são os da rede do IBGE.

O levantamento topográfico abrangeu o cadastro de 4 riachos, 11 canais e 3 lagoas que fazem parte do sistema de macrodrenagem localizado na área urbana do município de Petrolina-PE, com o estabelecimento de diretrizes de caminamento das redes, galerias e canais. A Figura 64 mostra o mapa com os riachos e canais naturais e artificiais que fazem parte da macrodrenagem de Petrolina, levantados pela topografia.

Figura 64 – Mapa da macrodrenagem de Petrolina.



Fonte: PDCA (2022).

Onde: BHM1: Base Homologada do Marco 1; BHM1: Base Homologada do Marco 2; BHM1: Base Homologada do Marco 3; BHM1: Base Homologada do Marco 4; BHM1: Base Homologada do Marco 5; BHM1: Base Homologada do Marco 1; BHAvR: Base Homologada da Av. da Redenção; BHRJC: Base Homologada da Rua João Campos; BHHAB: Base Homologada do Viaduto dos Barranqueiros (Habib's); BHAv.S: Base Homologada da Av. Santusa Lopes Viana; BHRV: Base Homologada do Riacho Vitória; BHRCC: Base Homologada da Rua Cristóvão Colombo.

### 6.4.1 Canal do São José

O canal do São José tem início na Av. da Integração, passando por baixo de uma série de edifícios, até cruzar a Av. Cardoso de Sá, onde corre paralelamente ao late Clube Petrolina, passando ainda por uma lagoa natural, e desaguando no Rio São Francisco. Esse canal está inserido na sub-bacia 4 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 10 trechos, devido as construções que cortam o riacho, à avenida que o cruza e a lagoa. Seguindo o caminho da Av. da Integração até o Rio São Francisco, o trecho 1 possui uma galeria de esgoto em seu início, e terminando em uma tubulação. O trecho 2 recebe a contribuição da tubulação anterior, e, em seu início, há o seu cruzamento com uma galeria com boca de lobo, que passa pela rua transversal, terminando em uma tubulação de 1000 mm.

O trecho 3 recebe a contribuição da tubulação de 1000 mm, tendo um bueiro ao longo de sua extensão, e com uma tubulação de 1000 mm no seu fim. O trecho 4 recebe a contribuição da tubulação de 1000 mm, até finalizar em outra tubulação de 1000 mm. O trecho 5 recebe a contribuição da tubulação de 1000 mm, até finalizar em outra tubulação. O trecho 6 recebe a contribuição da tubulação anterior, até finalizar em outra tubulação.

O próximo trecho fica a alguns metros de distância, com o canal passando por baixo de edificações existentes no local. O trecho 7 inicia com uma tubulação de 1000 mm, em uma rua que possui 2 bocas de lobo. O trecho finaliza em outra tubulação, no cruzamento com a Av. da Integração, que possui uma caixa em seu eixo. Novamente, o próximo trecho fica a alguns metros de distância, com o canal passando por baixo de edificações existentes no local, onde foi possível identificar uma caixa de visita.

O trecho 8 inicia com uma tubulação e termina na Av. Cardoso de Sá, em 1 tubulação de 400mm e 3 tubulações de 600 mm. O trecho 9 inicia após o cruzamento com a Av. Cardoso de Sá, passando paralelamente ao late Club Petrolina, terminando em uma lagoa natural. O trecho 10 inicia após a lagoa natural e termina no deságue no Rio São Francisco. O canal possui extensão total de cerca de 1,70 km (1,23 km, desconsiderando os trechos cortados).

A Tabela 30 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 65 mostra uma imagem de satélite do canal do São José, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 30 – Extensão dos trechos do Canal São José.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
<b>Extensão (m)</b>	52,09	50,66	289,96	48,09	36,90	49,34	35,89	70,24	300,26	293,80

Fonte: PDCA (2022).

Figura 65 – Canal do São José.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.2 Canal do Alto Cheiroso

O canal artificial do Alto Cheiroso tem início em dois pontos de microdrenagem: no cruzamento da Rua Projetada 7 com a Av. José de Sá Maniçoba, e no cruzamento da rua do Centro de Convenções Senador Nilo Coelho com a Av. do Centenário. O canal segue pelas avenidas até chegar na Av. Sen. Darci Ribeiro, onde passa pela Rua Floriano Peixoto até chegar na Av. Monsenhor Ângelo Sampaio. Desta avenida, o canal segue até a Trv. Dr. Júlio de Melo, saindo em um trecho natural do canal, seguindo ao Rio São Francisco. Esse canal está inserido na sub-bacia 4 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 11 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade. O trecho 1 do canal que inicia no cruzamento da Rua Projetada 7 com a Av. José de Sá Maniçoba segue por essa avenida até chegar na Av. Sen. Darci Ribeiro. O trecho 2 do canal que inicia no cruzamento da rua do Centro de Convenções com a Av. do Centenário segue por essa avenida até também chegar na Av. Sen. Darci Ribeiro.

Na Av. Sen. Darci Ribeiro, o canal foi levantado em dois trechos. O trecho 3 segue pela avenida em questão. O trecho 4 vai dessa mesma avenida até a Rua Floriano Peixoto. O canal segue por um trecho revestido fechado até a Av. Monsenhor Ângelo Sampaio. Os trechos 5, 6 e 7 seguem por essa avenida, e se interligam por meio de canais fechados, até chegar na Trv. Dr. Júlio de Melo. Seguindo por essa travessa, o canal foi dividido em 3 trechos, separados por passarelas para pedestres. Os trechos 8, 9 e 10 chegam ao fim em um trecho de canal natural. O trecho 11 deságua no Rio São Francisco.

O canal possui extensão total de cerca de 2,80 km (2,09 km, desconsiderando os trechos cortados). A Tabela 31 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 66 mostra uma imagem de satélite do canal da Av. Monsenhor Ângelo Sampaio, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 31 – Extensão dos trechos do Canal do Alto Cheiroso.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
<b>Extensão (m)</b>	376,48	344,53	114,42	362,59	60,06	111,86	56,21	35,53	100,13	341,42	187,82

Fonte: PDCA (2022).

Figura 66 – Canal do Alto Cheirosos.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

### 6.4.3 Canal do Henrique Leite

O canal do Henrique Leite tem início na Avenida Antônio dos Santos, paralelo à Rua Vinte e três, cruza a Av. das Caravelas, seguindo por galeria, cruzando as Ruas 1 e 2, desaguando em uma pequena lagoa no bairro.

O levantamento do canal foi dividido em 3 trechos, devido aos cruzamentos com as ruas da cidade. O trecho 1 cruzamento da Rua Vinte e Três com a Av. Antônio dos Santos, onde foram identificadas 4 caixas na interseção, dando início ao canal em solo natural e vala aberta. Este segue paralelamente a Rua Vinte e Três (Moça Bonita). Quando o levantamento foi realizado, o canal estava seco, e não havia tubulação neste trecho. O trecho 2 inicia na travessia da vala na Av. Antônio dos Santos, com tubulação com diâmetro de 600 mm cruzando a Avenida das Caravelas, seguindo por galeria enterrada por uma rua paralela à Rua Dia Branco, onde inicia o trecho 3. Este trecho segue até a Rua 1, onde finaliza numa galeria de 800 mm. O trecho 4 inicia nesta rua, e segue até a Rua 2, ainda com galeria de 800 mm, tendo o seu descarte na lagoa do Henrique Leite.

O canal possui extensão total de cerca de 0,60 km. A Tabela 32 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 67 mostra uma imagem de satélite do canal e da lagoa do Jatobá, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 32 – Extensão dos trechos do Canal do Henrique Leite.

Trecho	1	2	3	4
Extensão (m)	125,00	20,00	278,00	43,00

Fonte: PDCA (2022).

Figura 67 – Canal do Henrique Leite.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.4 Riacho do Batalhão

O riacho que passa pelo 72º Batalhão de Infantaria Motorizado tem início na Av. dos Gaviões, segue paralelamente a Rua do Pica-pau, cruzando a Av. Raimundo Nonato Barros Viana, e seguindo paralelamente a Rua Raul Lins, até chegar na BR-122. Após essa rodovia, o riacho segue pela Rua Miguel Silvestre de Lima, cruzando a Av. Um, passando pela Rua 27, cruzando a Av. Dois até chegar no 72º Batalhão de Infantaria Motorizado. Após passar pelo Batalhão, o riacho segue paralelo a Av. Pedrinhas, passando próximo ao Condomínio Eco Spa, desaguando no Rio São Francisco. Esse riacho está inserido na sub-bacia 5 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do riacho foi dividido em 8 trechos, devido aos cruzamentos do riacho com as ruas da cidade. O trecho 1 do riacho inicia na Av. dos Gaviões e segue até a Rua dos Canários, onde a atravessa por meio de uma tubulação de 1000 mm. O trecho 2 segue paralelamente a Rua do Pica-pau, até cruzar a Av. Raimundo Nonato Barros Viana. O trecho 3 começa na avenida anterior, cruzando a Rua Raul Lins, e seguindo paralela a esta até chegar em uma tubulação na BR-122.

O trecho 4 inicia a partir de uma tubulação, seguindo até a Rua Miguel Silvestre de Lima, e finalizando em uma tubulação na Av. Um. O trecho 5 inicia nessa avenida, seguindo pela Rua 27, cruzando a Av. Dois até chegar no Batalhão. O trecho 6 do riacho passa dentro do Batalhão, área de acesso militar não autorizado.

O trecho 7 inicia na Av. Pedrinhas, seguindo paralelamente a essa avenida, passando lateralmente pelo Condomínio Eco Spa. O trecho 8 do riacho inicia após o condomínio, e segue até desaguar no Rio São Francisco. O riacho possui extensão total de cerca de 5,43 km.

A Tabela 33 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 68 mostra uma imagem de satélite do riacho do Batalhão, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 33 – Extensão dos trechos do riacho do Batalhão.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8
Extensão (m)	180	280	380	400	360	2510	870	450

Fonte: PDCA (2022).

Figura 68 – Riacho do Batalhão.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.5 Riacho Pau Ferro

O riacho Pau Ferro localiza-se nos bairros Dom Avelar e Boa Esperança, e deságua no Rio São Francisco. Tem início nas lagoas do Topázio, de onde segue para o bairro Dom Avelar, cruzando a Av. da Fertilidade, próximo à lagoa Dom Avelar. O riacho segue até a Av. da Redenção, onde recebe a contribuição do canal da Av. da Redenção, que será abordado no próximo tópico. O riacho cruza a BR-428 (ou BR-122), e passa ao lado do bairro Vila Marcela. Após isso, o riacho segue até o bairro Boa Esperança, passando ao lado do Condomínio Alphaville. Por fim, o riacho cruza a Av. Pedrinhas, e segue até desaguar no Rio São Francisco. Esse riacho está inserido na sub-bacia 6 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do riacho foi dividido em 10 trechos, devido aos cruzamentos do riacho com as ruas da cidade, considerando que seu curso é mais bem definido após a Av. da Fertilidade. O trecho 1 do riacho, que inicia a alguns metros da Av. da Fertilidade passando próximo a lagoa Dom Avelar, e finalizando na Av. da Redenção, recebendo as águas pluviais do riacho desta avenida. O trecho 2 inicia nessa avenida, e vai até a BR-428, finalizando em uma tubulação de 1000 m, que cruza a rodovia.

O trecho 3 inicia após a BR-428, passa ao lado do bairro Vila Marcela, e segue até a Rua Wilson Cavalcante, finalizando em uma tubulação de 1000 m, que cruza a rua. O trecho 4 inicia após a rua, passa ao lado de uma Estação de Tratamento, e segue até uma área sem acesso, por se tratar de propriedade particular. O trecho 5 está inserido nessa área. O trecho 6 inicia após o trecho sem acesso, e segue até a Rua Parnamirim, onde finaliza em tubulação de 1000 m.

O trecho 7 inicia após o cruzamento com a rua, passa pelo bairro Boa Esperança, e finaliza em uma estrada de terra, em tubulação de 1000 m. O trecho 8 inicia após o cruzamento com a estrada de terra, passa próximo ao Condomínio Alphaville, e finaliza na Av. Pedrinhas, em duas tubulações de 1000 m. O trecho 9 inicia após o cruzamento com a avenida, até chegar em uma rua sem pavimento, em tubulação de 1000 m. O trecho 10 do riacho inicia após o cruzamento com a rua, e deságua no Rio São Francisco. Há uma caixa de bomba de captação próxima à margem do rio.

O riacho possui extensão total de cerca de 5,84 km (5,63 km, desconsiderando os trechos cortados). A Tabela 34 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 69 mostra uma imagem de satélite do riacho Pau Ferro, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 34 – Extensão dos trechos do riacho Pau Ferro.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Extensão (m)	1031	482,44	344,8	181,23	268,49	351,44	1182,24	1168,87	241,15	376,63

Fonte: PDCA (2022).

Figura 69 – Riacho Pau Ferro.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.6 Canal da Av. da Redenção

O canal da Av. da Redenção tem início no cruzamento desta avenida com a Rua do Mercúrio, seguindo pela avenida até desaguar no riacho Pau Ferro. O levantamento do canal foi dividido em 6 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade. Esse canal está inserido nas sub-bacias 5 e 6 da área urbana de Petrolina.

O trecho 1 do canal segue pela Av. da Redenção até o seu cruzamento com a Av. dos Minérios, em uma tubulação de 600 mm. O trecho 2 segue pela avenida até o seu cruzamento com a Rua da Caridade, em uma tubulação de 1000 mm. O trecho 3 segue pela avenida até chegar em uma passagem na estação da CELPE do bairro Dom Avelar, em uma tubulação de ferro fundido de 500 mm. O trecho 4 segue pela avenida até seu cruzamento com a Rua da Felicidade, em uma tubulação de 1000 mm.

O trecho 5 segue pela avenida, enterrado na calçada de um loteamento, finalizando com a tubulação desembocando em trecho natural do canal. O trecho 6 segue até desaguar no riacho Pau Ferro. O canal possui extensão total de cerca de 1,61 km (1,59 km, desconsiderando os trechos cortados).

A Tabela 35 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 70 mostra uma imagem de satélite do canal da Av. da Redenção, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 35 – Extensão dos trechos do Canal da Av. da Redenção.

Trecho	1	2	3	4	5	6
Extensão (m)	315	300	255	315	100	305

Fonte: PDCA (2022).

Figura 70 – Canal da Av. da Redenção.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.7 Lagoas Dom Avelar e São Joaquim

A lagoa Dom Avelar está localizada no bairro Dom Avelar, entre a Rua da Harmonia, a Av. da Esperança, Rua da Nobreza, Rua da Experiência e Rua da Bondade. A lagoa tem uma área aproximada de 57.250,64 m<sup>2</sup>, com uma extremidade na Rua da Harmonia e outra na Rua da Bondade. Essa lagoa está inserida na sub-bacia 6 da área urbana de Petrolina.

A lagoa São Joaquim está localizada no bairro Dom Avelar, entre a Rua do Mercúrio, a Rua do Nitrato, a Rua do Magnésio e a Rua do Mármore. A lagoa tem uma área aproximada de 43.660,55 m<sup>2</sup>, com uma extremidade na Rua do Mercúrio, e outra na Rua do Mármore. Essa lagoa está inserida na sub-bacia 5 da área urbana de Petrolina. A Figura 71 mostra uma imagem de satélite das lagoas Dom Avelar e São Joaquim, com a indicação da localização das ruas que foram mencionadas anteriormente.

Figura 71 – Lagoas Dom Avelar e São Joaquim.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.8 Canal do Dom Malan

O canal do Dom Malan tem início no cruzamento da Rua das Rosas com a Rua dos Jasmins, seguindo até a Av. Inácio Bonfim, por onde segue paralelamente a esta avenida, até a Rua Bege. Após essa rua, o canal segue pela Rua José Pessoa e pela Rua Manoel Félix Borges, passando paralelamente a lagoa da Av. Sete de Setembro, cruzando esta avenida, além das avenidas da Redenção e Marechal Hermes da Fonseca, desaguando no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 5 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade e com a lagoa. O trecho 1 do canal inicia no cruzamento da Rua dos Jasmins com a Rua das Rosas, seguindo por esta rua, até chegar em um trecho que passa por trás de residências da Rua das Orquídeas. O trecho 2 segue pelo caminho mencionado anteriormente, até chegar na Av. Inácio Bonfim.

O trecho 3 segue paralelamente a Av. Inácio Bonfim, até chegar na Rua Bege. O trecho 4 segue pela Rua Bege, cruza o canal de microdrenagem da Av. João Campos, recebendo sua contribuição de águas pluviais, segue pela Rua José Pessoa, e posteriormente pela Rua Manoel Félix Borges, até chegar na lagoa da Av. Sete de Setembro. O trecho 5 segue lateralmente à lagoa, até cruzar a Av. Sete de Setembro, por meio de um bueiro celular, iniciando o trecho 6, que vai da Av. Sete de Setembro a Av. da Redenção, onde há uma travessia com 3 galerias de concreto. A partir daí começa o trecho 7, indo até a Av. Marechal Hermes da Fonseca (ou Fernando Farias), passando sob um pontilhão. O Trecho 8 vai do pontilhão até o encontro com o Riacho das Porteiras.

O canal possui extensão total de cerca de 3,38 Km. A Tabela 36 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 72 mostra uma imagem de satélite do canal do Dom Malan, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 36 – Extensão dos trechos do Canal Dom Malan.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8
<b>Extensão (m)</b>	287,05	140,74	185,15	648,52	535,84	327,51	380,32	880,00

Fonte: PDCA (2022).

Figura 72 – Canal do Dom Malan.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.9 Canal da Av. João Campos (microdrenagem)

O canal da Av. João Campos faz parte do sistema de microdrenagem dessa avenida e contribui com o canal de macrodrenagem do Dom Malan. Ele tem início em dois pontos: o primeiro ponto é no cruzamento desta rua com a Av. da Integração, e o segundo ponto é no cruzamento desta rua com a Av. Sete de Setembro. Ambos os trechos deságuam no canal do Dom Malan. Esse canal está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 6 trechos, devido aos cruzamentos do canal com diversas ruas. O trecho 1 do canal inicia no cruzamento da Av. João Campos com a Av. da Integração, seguindo por esta rua, até chegar em um poço de visita existente. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo ao longo do canal. O trecho 2 do canal inicia no poço de visita, seguindo pela Av. João Campos, até chegar no canal do Dom Malan, em um poço de visita existente. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo ao longo do canal.

O trecho 3 segue pela Av. João Campos, indo de um poço de visita a outro. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo. O trecho 4 segue pela Av. João Campos, indo de um poço de visita a outro. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo. O trecho 5 segue pela Av. João Campos, indo de um poço de visita a outro. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo.

O trecho 6 segue pela Av. João Campos, indo de um poço de visita a outro na Av. Sete de Setembro. Neste trecho, observou-se a presença de bocas de lobo e um poço de visita do outro lado da avenida. O canal possui extensão total de cerca de 0,83 km (0,815 km, desconsiderando os trechos cortados) e pode ser importante para os estudos de macrodrenagem por sua contribuição para o Canal do Dom Malan.

A Tabela 37 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 73 mostra uma imagem de satélite do canal da Av. João Campos, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 37 – Extensão dos trechos do Canal da Av. João Campos (microdrenagem).

Trecho	1	2	3	4	5	6
<b>Extensão (m)</b>	104,52	87,98	127,66	163,91	221,57	108,99

Fonte: PDCA (2022).

Figura 73 – Canal da Av. João Campos (microdrenagem).



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.10 Riacho das Porteiras

O riacho das Porteiras foi dividido em 3 partes para o levantamento topográfico. A primeira parte do riacho tem 7,68 km de extensão, tem início no bairro João de Deus, e termina no Rio São Francisco. A segunda parte do riacho tem extensão de 1,5 km, tem início no bairro João de Deus, e termina próximo a Av. da Fertilidade. A terceira parte tem extensão de 2,11 km, tem início no bairro Pedra Linda, e termina no bairro Antônio Cassimiro. Esse riacho está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento da primeira parte do riacho das Porteiras foi dividido em 11 trechos. O trecho 1 inicia no bairro João de Deus, próximo a Av. Teresinha Campos, e vai até a Av. da Fertilidade, terminando em uma galeria que cruza a avenida. À 1390 m de seu início, essa parte do riacho se encontra com sua terceira parte. O trecho 2 inicia após o cruzamento com a avenida, e vai até um trecho sem acesso do riacho. À 700 m de seu início, essa parte do riacho se encontra com sua terceira parte.

O trecho 3 é uma área sem acesso, finalizando em uma tubulação de 800 mm. O trecho 4 inicia após a área sem acesso, e termina em uma ponte, na Rua Ataúlfo Alves. À 620 m antes do início deste trecho, essa parte do riacho se encontra com o Canal do Dom Malan. O trecho 5 inicia após a ponte, e vai até outra ponte, na Av. dos Tropeiros. O trecho 6 inicia após a ponte, e vai até outra ponte, na BR-235.

O trecho 7 inicia após a ponte, e vai até uma área inacessível. O trecho 8 é uma área inacessível, finalizando em uma ponte, na Av. José de Santana. O trecho 9 inicia após a ponte, e vai até outra ponte, na Av. Luiz de Souza. O trecho 10 inicia após a ponte, e segue por uma área sem acesso, finalizando em uma rua de terra próximo ao rio. O trecho 11 do riacho inicia nesta rua de terra, e deságua no Rio São Francisco.

O levantamento da segunda parte do riacho das Porteiras foi dividido em 4 trechos. O trecho 1 é uma área sem acesso, iniciando no bairro João de Deus. O trecho 2 inicia após a área sem acesso, passando por uma pequena lagoa, e vai até outra área sem acesso. O trecho 3 é uma área sem acesso. O trecho 4 dessa parte do riacho inicia após a área sem acesso, finalizando na sua primeira parte.

O levantamento da terceira parte do riacho das Porteiras foi dividido em 3 trechos. O trecho 1 inicia no bairro João de Deus, e vai até uma estrada de terra, terminando em uma galeria que cruza a estrada. O trecho 2 inicia após o cruzamento com a estrada, e vai até a Av. da Fertilidade, terminando em uma galeria que cruza a avenida. O trecho 3 dessa parte do riacho inicia após o cruzamento da avenida, e segue até a sua primeira parte. Observou-se a presença de duas tubulações chegando no início desse trecho do riacho.

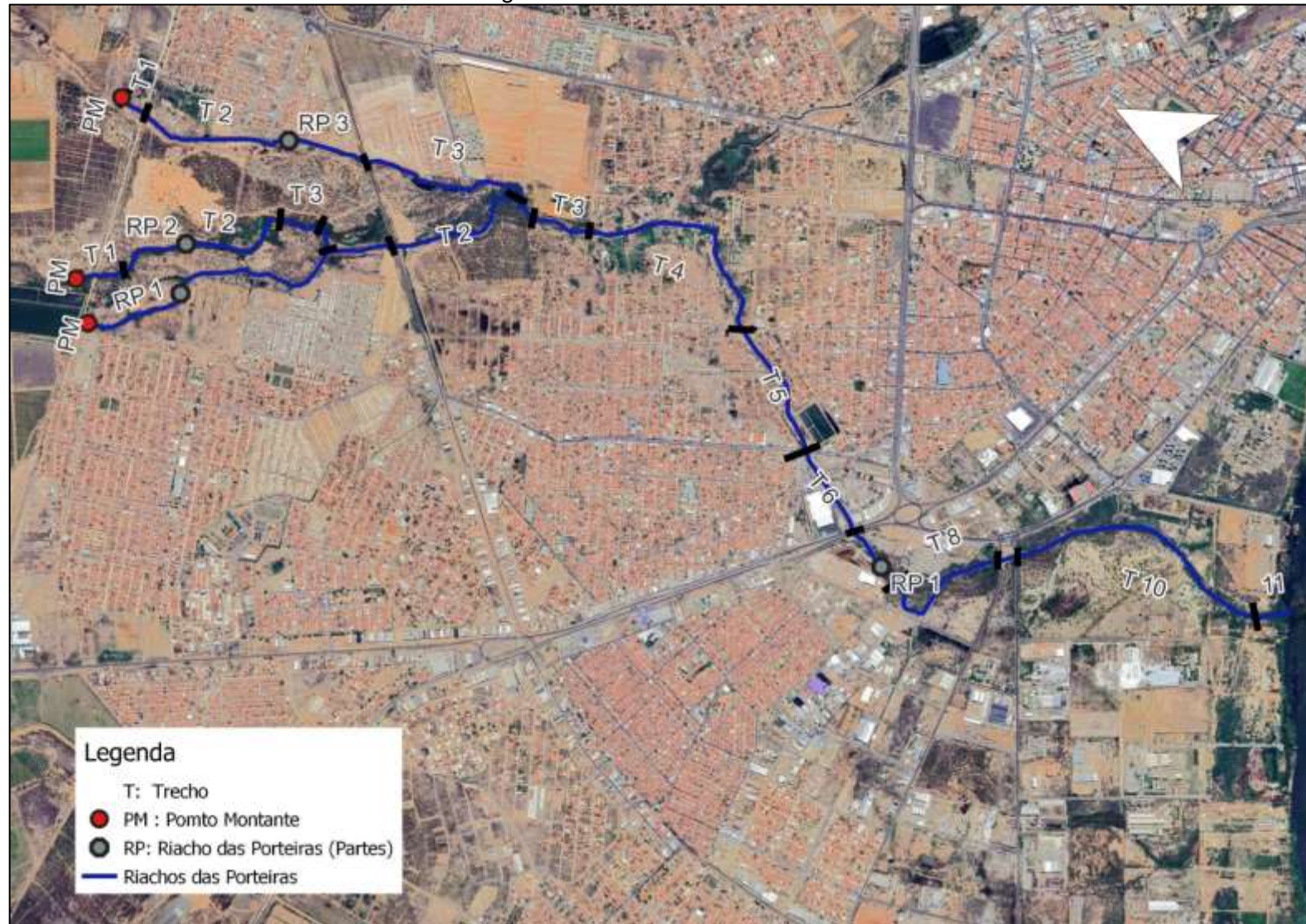
A Tabela 38 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 74 mostra uma imagem de satélite do riacho das Porteiras, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 38 – Extensão dos trechos do riacho das Porteiras.

Riacho das Porteiras 1		Riacho das Porteiras 2		Riacho das Porteiras 3	
Trecho	Extensão (m)	Trecho	Extensão (m)	Trecho	Extensão (m)
1	1700	1	234,8	1	120
2	800	2	805,2	2	1130
3	330	3	248,3	3	811,1
4	1120	4	88,4	-	-
5	670	-	-	-	-
6	430	-	-	-	-
7	320	-	-	-	-
8	680	-	-	-	-
9	73	-	-	-	-
10	1270	-	-	-	-
11	190	-	-	-	-

Fonte: PDCA (2022).

Figura 74 – Riacho das Porteiras.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.11 Canal do João de Deus

O canal do João de Deus tem início na Av. Santa Moxotó, cruza a BR-407, seguindo pela Rua Quatorze até o IFSertãoPE Campus Petrolina. Após isso, passa lateralmente pelo IFSertãoPE, pela Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, segue pelas Ruas Trinta e Quatro e Trinta e Sete, até chegar na Av. da Fertilidade. Por fim, segue por essa avenida até desaguar no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 10 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas e avenidas da cidade. O trecho 1 do canal inicia na Av. Santa Moxotó, e vai até a BR-407, onde cruza essa rodovia através de duas tubulações de 1000 mm. O trecho 2 inicia após o cruzamento com a rodovia, e segue paralelamente a esta, por uma galeria enterrada, até mudar para um canal aberto (galeria a céu aberto), antes da Rua Quatorze.

O trecho 3 inicia um pouco antes da Rua Quatorze, seguindo por ela em uma galeria a céu aberto, até cruzamento desta rua com a Rua Ivone Jussara dos Santos Brito. O trecho 4 segue pela Rua Quatorze, até chegar no IFSertãoPE Campus Petrolina. O trecho 5 passa lateralmente pelo IFSertãoPE, seguindo pela Rua Maria Luzia de Araújo Gomes Cabral, e pela Rua Trinta e Quatro, até chegar no cruzamento desta rua com a Rua Trinta e Sete.

O trecho 6 segue pela Rua Trinta e Quatro, passa por uma área com construções na beira do canal, até chegar em três tubulações de 1000 mm. O trecho 7 segue por área com construções na beira do canal, até chegar em uma tubulação no cruzamento da Rua Trinta e Sete com a Av. Martins Monteiro dos Santos. O trecho 8 segue pela Rua Trinta e Sete até chegar em uma tubulação no cruzamento desta rua com a Rua Doze.

O trecho 9 segue após o cruzamento até chegar em três tubulações de 1000 mm na rotatória de transição entre a Av. Transnordestina, a Av. dos Tropeiros e a Av. da Fertilidade. O trecho 10 do canal inicia após a rotatória, seguindo pela Av. da Fertilidade, até desaguar no riacho das Porteiras. O canal possui extensão total de cerca de 2,96 km (2,75 km, desconsiderando os trechos cortados).

A Tabela 39 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 75 mostra uma imagem de satélite do canal do IFSertãoPE, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 39 – Extensão dos trechos do Canal do João de Deus.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Extensão (m)	46	90	280	150	674	248	100	267	190	696,3

Fonte: PDCA (2022).

Figura 75 – Canal do João de Deus.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.12 Canal do Vale do Grande Rio

O canal do Vale do Grande rio, localizado no bairro Pedro Raimundo tem início no cruzamento da Rua Cília Gomes da Silva com a Rua Vinte e Oito, e segue por esta rua em canal revestido fechado, até passar por uma área com ocupações na beira do canal. Após isso, o canal deságua no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 3 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade. O trecho 1 do canal inicia no cruzamento da Rua Cília Gomes da Silva com a Rua Vinte e Oito, até chegar em uma área com ocupações. Observou-se, neste trecho, a presença de bocas de lobo, poços de visita e caixas de inspeção. O trecho 2 segue por uma área com ocupações na beira do canal, até chegar em uma área aterrada. Observou-se, neste trecho, a presença de caixas de inspeção. O trecho 3 inicia após a área de terreno aberto, até desaguar no riacho das Porteiras, passando por outras ocupações na beira do canal.

O canal possui extensão total de cerca de 1,23 km. A Tabela 40 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 76 mostra uma imagem de satélite do canal do Vale do Grande Rio, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 40 – Extensão dos trechos do Canal do Vale do Grande Rio.

Trecho	1	2	3
Extensão (m)	637,4	200	388,06

Fonte: PDCA (2022).

Figura 76 – Canal do Vale do Grande Rio.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.13 Canal do Massangano

O canal do Massangano tem início no cruzamento da Rua Altino Coelho de Macedo com a Rua José Jubilino Cavalcante Filho, e segue por esta rua, até chegar em uma área de terreno baldio. Após isso, o canal cruza a Rua Q, passa lateralmente pelo Armazém Paraíba-Condec, cruza a Rua P, passa lateralmente por lotes na área, e, após cruzar a Via de Acesso às Microempresas, deságua no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 6 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade, e por sua passagem por terrenos baldios e lotes. O trecho 1 do canal inicia no cruzamento da Rua Altino Coelho de Macedo com a Rua José Jubilino Cavalcante Filho, em uma tubulação de 1000 mm, e segue por esta rua, até chegar em outra tubulação de 1000 mm, no cruzamento desta rua com a Rua Quixabeira. O trecho 2 segue pela Rua José Jubilino Cavalcante Filho, até chegar em uma tubulação de 1000 mm, no cruzamento desta rua com a Rua R.

O trecho 3 inicia após o cruzamento das ruas anteriores, seguindo por uma área de terreno baldio, até chegar na rua Q, em duas tubulações de 1000 mm. O trecho 4 inicia após o cruzamento com a Rua Q, seguindo lateralmente ao Armazém Paraíba-Condec, e outros lotes, até chegar na Rua R, em uma tubulação. O trecho 5 inicia após o cruzamento com a Rua R, seguindo lateralmente a lotes na área, até chegar na Via de Acesso às Microempresas, em uma tubulação. O trecho 6 do canal inicia após o cruzamento com a via anterior, até desaguar no riacho das Porteiras.

O canal possui extensão total de cerca de 1,41 km (1,29 km, desconsiderando os trechos cortados). A Tabela 41 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 77 mostra uma imagem de satélite do canal do Massangano, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 41 – Extensão dos trechos do Canal do Massangano.

Trecho	1	2	3	4	5	6
Extensão (m)	148	146	315	323	325	36

Fonte: PDCA (2022).

Figura 77 – Canal do Massangano.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.14 Riacho Vitória

O riacho Vitória foi dividido em 6 partes para o levantamento topográfico. A primeira parte do riacho tem 3,24 km de extensão, tem início à jusante da Av. Tapuio, e termina na segunda parte do riacho, na COHAB São Francisco. A segunda parte do riacho tem extensão de 2,0 km, tem início na COHAB São Francisco, e termina no Rio São Francisco. Esse riacho está inserido na sub-bacia 2 da área urbana de Petrolina.

A terceira parte do riacho tem extensão de 0,23 km, tem início onde termina o canal do Jardim Petrópolis, e termina na primeira parte do riacho.

O levantamento da primeira parte do riacho Vitória foi dividido em 5 trechos. O trecho 1 inicia na Av. Tapuio, recebendo sua contribuição, e vai até o ponto de encontro com a terceira parte do riacho. O trecho 2 inicia após o encontro com a terceira parte do riacho, e vai até o cruzamento com a Rua Quinze, em uma galeria que cruza a rua. O trecho 3 segue pela COHAB São Francisco, finalizando no cruzamento com a Av. Luiz de Souza (PE-655). O trecho 4 segue paralelamente à avenida mencionada anteriormente e termina em cruzamento entre uma estrada sem nome e a PE-655, passando por bueiro celular. O trecho 5 inicia após cruzamento, e vai até a segunda parte do riacho no Distrito Industrial, onde atravessa sob ponte a PE-655.

O levantamento da segunda parte do riacho Vitória foi dividido em 2 trechos, localizados no Distrito Industrial. O trecho 1 está em uma área de difícil acesso, devido à vegetação densa e parte da PE-655. O trecho 2 inicia no ponto de curva do riacho, e deságua no Rio São Francisco.

O levantamento da terceira parte do riacho Vitória tem extensão de 230 m, inicia no canal do bairro Jardim Petrópolis, recebendo sua contribuição, e deságua na primeira parte do riacho Vitória.

A Tabela 42 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 78 mostra uma imagem de satélite do riacho Vitória, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 42 – Extensão dos trechos do riacho Vitória.

Riacho Vitória 1		Riacho Vitória 2		Riacho Vitória 3	
Trecho	Extensão (m)	Trecho	Extensão (m)	Trecho	Extensão (m)
1	618,2	1	1520	1	230
2	950	2	480	-	-
3	780	-	-	-	-
4	220	-	-	-	-
5	577,6	-	-	-	-
-	-	-	-	-	-

Fonte: PDCA (2022).

Figura 78 – Riacho Vitória.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.15 Canal do Distrito Industrial

Esse canal se apresenta em formato de “Y” no bairro atualmente conhecido como Distrito Industrial. Inicia-se nas proximidades da avenida Luiz de Souza e segue na direção leste até o riacho das Porteiras, passando por trechos de travessias não identificadas e/ou sem definição de calha.

O levantamento foi dividido em 7 trechos. O trecho 1 (braço leste) inicia próximo à Av. Luiz de Souza e vai até o encontro com o trecho 2 (braço oeste). O trecho 2 também inicia nas proximidades da Av. Luiz de Souza e segue até encontro com o trecho 1. O trecho 3 inicia após o ponto de encontro e segue até uma via sem nome (próxima à rua J). O trecho 4 está em área privada e não possibilita visão de travessias ou calha existente, finalizando no prolongamento da rua J. O trecho 5 inicia após essa rua vai até um avia particular pavimentada, cruzando-a sob ponte. O trecho 6 vai dessa via até outra não pavimentada (também de uso particular), começando então o trecho 7 que se encontra com o riacho das Porteiras.

A Tabela 43 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento e a Figura 79 mostra uma imagem de satélite do Canal do Distrito Industrial, com a indicação dos trechos mencionados anteriormente.

Tabela 43 - Extensão dos trechos do Canal do Distrito Industrial

Canal do Distrito Industrial	
Trecho	Extensão (m)
1	784,15
2	718,44
3	241,34
4	404,57
5	285,09
6	249,25
7	390,22

Fonte: PDCA (2022).

Figura 79 - Canal do Distrito Industrial



Fonte: PDCA (2022).

#### 6.4.16 Canal da Av. Tapuio

O canal da Av. Tapuio tem início no cruzamento da Rua 09 com a Av. Tapuio, e segue por esta avenida em uma galeria fechada, até desaguar no riacho Vitória, depois do cruzamento com a Rua do Maracujá. Observou-se a presença de uma caixa coletora no início do canal, e bocas de lobo (algumas danificadas) ao longo do canal. Este possui extensão total de cerca de 340 m. Esse canal está inserido na sub-bacia 2 da área urbana de Petrolina.

A Figura 80 mostra uma imagem de satélite do canal da Av. Tapuio, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Figura 80 – Canal da Av. Tapuio.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

#### 6.4.17 Canal do Jardim Petrópolis

O canal do Jardim Petrópolis tem início em umas lagoas em área particular na extremidade à noroeste da área urbana de Petrolina. O canal localiza-se no bairro de mesmo nome, e segue pelo interior do bairro, passando por uma área com várias ocupações à beira do canal. O canal cruza as Ruas Silvestre Dias Pinheiro e Sessenta e Seis, seguindo paralelamente à Rua Vinte e Cinco, até chegar na lagoa Jardim Petrópolis. Após isso, o canal cruza as Ruas Maj. João de Amorim e João Pontes, segue pela Rua Cinquenta e Sete, cruza a Rua Oscar Brasileiro de Souza, e segue até desaguar no Riacho Vitória. Esse canal está inserido na sub-bacia 2 da área urbana de Petrolina.

O levantamento do canal foi dividido em 7 trechos, devido aos cruzamentos do canal com as ruas da cidade, e por sua passagem por áreas com ocupação. O trecho 1 do canal inicia em umas lagoas em área particular e segue pelo interior do bairro, passando por uma área com várias ocupações à beira do canal. Em alguns trechos, o canal passa por baixo das construções. O trecho do canal cruza as Ruas Silvestre Dias Pinheiro e Sessenta e Seis, e segue paralelamente à Rua Vinte e Cinco, até chegar na lagoa Jardim Petrópolis.

O trecho 2 passa lateralmente a lagoa Jardim Petrópolis, até chegar no cruzamento com a Rua Maj. João de Amorim. Observou-se a presença de uma caixa na rua anterior a esta. Em alguns trechos, o canal passa por baixo das construções. O trecho 3 inicia na Rua Maj. João de Amorim, e segue até chegar em uma galeria a céu aberto, na Rua Cinquenta e Sete.

O trecho 4 segue pela Rua Cinquenta e Sete, pela galeria mencionada anteriormente, até chegar no cruzamento com a Rua Oscar Brasileiro de Souza, em uma tubulação que cruza a rua. O trecho 5 inicia na rua anterior, até chegar no cruzamento com a Rua José Estevam de Souza, em uma tubulação de 1000 mm. O trecho 6 inicia na rua anterior, e vai até o cruzamento com a Rua Jonas Amaro, em uma tubulação. O trecho 7 cruza a rua anterior, e segue até uma caixa, onde deságua no riacho Vitória.

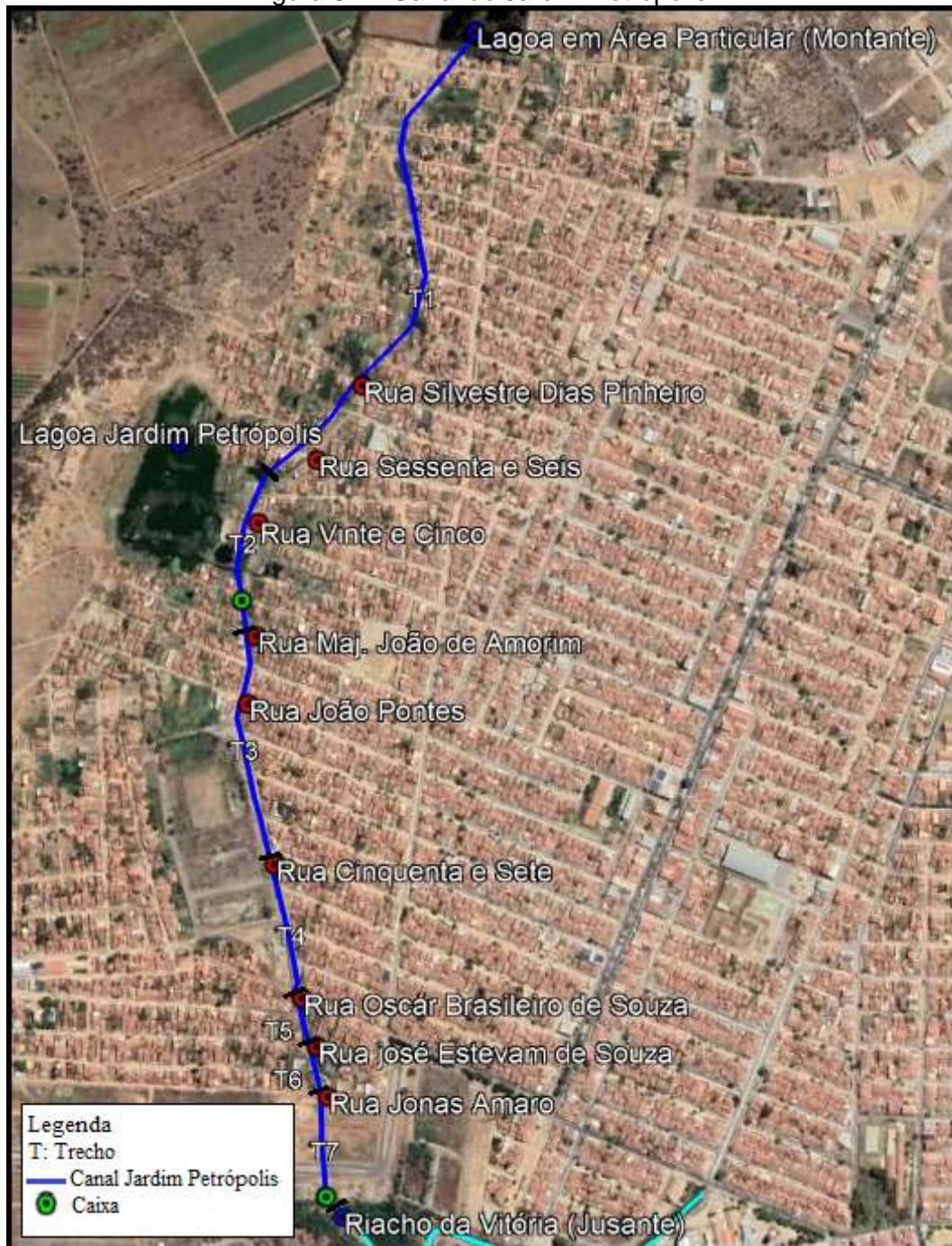
O canal possui extensão total de cerca de 1,89 km. A Tabela 44 mostra as extensões de cada trecho considerado no levantamento. A Figura 81 mostra uma imagem de satélite do canal do Jardim Petrópolis, com a indicação da localização dos pontos que foram mencionados anteriormente.

Tabela 44 – Extensão dos trechos do Canal do Jardim Petrópolis.

Trecho	1	2	3	4	5	6	7
Extensão (m)	841,46	210	161,4	387,12	60,73	62,1	165,35

Fonte: PDCA (2022).

Figura 81 – Canal do Jardim Petrópolis.



Fonte: Google Earth (2022); Informações por PDCA (2022).

## 6.5 CADASTRO DA MACRODRENAGEM DE PETROLINA/PE

A seguir, é apresentado o resumo do cadastro da macrodrenagem de Petrolina, conforme a Tabela 45, com informações sobre os macrodrenos da cidade, sua localização, coordenadas e cotas de montante e jusante, dispositivos de microdrenagem existentes, e a sub-bacia urbana em que estão inseridos.

Plantas baixas, perfis longitudinais e seções transversais elaborados no levantamento do sistema de macrodrenagem de Petrolina/PE estão apresentados no **Volume III – Peças gráficas – Capítulo 1** do Relatório Técnico Parcial III.

Tabela 45 – Cadastro da macrodrenagem de Petrolina/PE.

SUB-BACIA URBANA	CANAL/LAGOA E/OU RIACHO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO (km)	DISPOSITIVOS EXISTENTES	INFORMAÇÕES MONTANTE			INFORMAÇÕES JUSANTE		
					LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS
4	Canal São José	Próximo ao late Clube Petrolina Cruzamento com Av. Cardoso de Sá	1,70	Galeria de esgoto (T1) Galeria com boca de lobo (T2) Bueiro (T3) Caixa de visita (T7-T8)	Av. da Integração	372,46	8961398.25N 336920.18E	Rio São Francisco	361,03	8959811.109N 336780.2371E
4	Canal do Alto Cheiroso	Av. José de Sá Maniçoba Av. do Centenário Av. Senador Darcí Ribeiro Próximo ao River Shopping Av. Monsenhor Ângelo Sampaio	2,74	-	(i) Cruzamento da Rua Projetada 7 com a Av. José de Sá Maniçoba; (ii) Cruzamento da rua do Centro de Conveções com a Av. do Centenário	(i) 375,13 (ii) 376,08	(i) 335744.4773E 8961377.7028N (ii) 335959.7826E 8961244.0342N	Rio São Francisco	362,21	335920.837E 8960028.275N
5	Lagoa do Jatobá	Rua Sucupira Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues Rod. Estrada Jatobá Carneiro	Área: 14.027,13 m²	Casa de bomba	Próximo à Rod. Estrada Jatobá Carneiro	363,94	338794.416E 8960851.376N	Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues	-	-
5	Canal do Henrique Leite	Cruzamento Rua 23 com Av Antonio dos Santos Av. das Caravelas Ruas 1 e 2	0,6	Caixas (T4)	Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues	367,92	339410.27E 8961660.03N	Pequena lagoa com volume acumulado	366,68	339834.046E 8962221.697N
5	Riacho do Batalhão	Av. dos Gaviões Av. Raimundo Nonato Barros Viana BR-122 72º Batalhão de Infantaria Motorizado Av. Pedrinhas	5,43	-	Av. dos Gaviões	377,14	336534.818E 8964948.244N	Rio São Francisco	359,17	340929.6886E 8963252.1524N
6	Riacho Pau Ferro	Av. da Fertilidade Bairro Dom Avelar Av. da Redenção e BR-122 Bairros Vila Marcela e Boa Esperança Av. Pedrinhas	5,84	Casa de bomba	Após a Av. da Fertilidade	375,08	336633.695E 8966444.894N	Rio São Francisco	360,93	341334.754E 8964607.822N
5 e 6	Canal Av. da Redenção	Rua do Mercúrio Av. da Redenção	1,61	-	Cruzamento da Rua do Mercúrio com a Av. da Redenção	380,40	335877.4687E 8965022.683N	Canal Dom Avelar e Boa Esperança	373,13	337139.785E 8965708.923N
6	Lagoa Dom Avelar	Bairro Dom Avelar Rua da Harmonia Av. da Esperança Rua da Nobreza Rua da Experiência Rua da Bondade	Área: 57.250,64 m²	-	Rua da Bondade	377,51	336460.5116E 8966268.3539N	-	-	-
5	Lagoa São Joaquim	Bairro Dom Avelar Rua do Mercúrio Rua do Nitrato Rua do Magnésio Rua do Mármore	Área: 43.660,55 m²	Bomba provisória	Rua do Mercúrio	381,86	335486.807E 8965349.605N	-	-	-










SUB-BACIA URBANA	CANAL/LAGOA E/OU RIACHO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO (km)	DISPOSITIVOS EXISTENTES	INFORMAÇÕES MONTANTE			INFORMAÇÕES JUSANTE		
					LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS
3	Canal do Dom Malan/Rua José Pessoa	Rua das Rosas Av. Inácio Bonfim Rua Bege Rua José Pessoa Lagoa da Av. 7 de Setembro	1,84	-	Rua das Rosas	379,82	335916.405E 8962205.838N	Riacho das Porteiras	372,72	-
3	Canal da Av. João Campos	Av. João Campos	0,83	Bocas de lobo Poços de visita	(i) Cruzamento da Av. João Campos com a Av. da Integração (ii) Cruzamento da Av. João Campos com a Av. 7 de Setembro	(i) 378,35 (ii) 383,51	-	Canal da Av. 7 de Setembro/Rua José Pessoa	374,22	-
		Bairro João de Deus Bairro Antônio Cassimiro Bairro Pedro Raimundo Distrito Industrial	7,68	-	Bairro João de Deus	375,40	331528.881E 8965848.003N	Rio São Francisco	361,68	332861.828E 8960153.296N
3	Riacho das Porteiras	Av. 7 de Setembro Av. da Redenção Av. Fernando Farias	1,50	-	Av. 7 de Setembro	370,41	334417.98E 8962899.76N	Riacho das Porteiras (1)	367,75	333288.071E 8963373.418N
		Bairro João de Deus	1,50	-	Bairro João de Deus	376,86	331751.102E 8965600.917N	Riacho das Porteiras (1)	370,01	332362.647E 8964976.224N
		Bairro Pedra Linda Bairro Antônio Cassimiro	2,11	-	Bairro Pedra Linda	374,11	332539.14E 8966177.4842N	Riacho das Porteiras (1)	369,37	333035.7231E 8964262.408N
3	Canal do João de Deus	Av. Santa Moxotó Rua Quatorze IFSertãoPE Campus Petrolina Ruas Trinta e Quatro e Trinta e Sete Av. da Fertilidade	2,96	-	Av. Santa Moxotó	377,54	330376.523E 8964491.816N	Riacho das Porteiras	371,22	332533.804E 8964663.31N
3	Canal do Vale do Grande Rio	Rua Vinte e Oito	1,22	Bocas de lobo Poços de visita Caixas	Cruzamento da Rua Cília Gomes da Silva com a Rua Vinte e Oito	370,49	332430.858E 8963917.355N	Riacho das Porteiras	368,17	332802.362E 8962791.544N
3	Canal do Massangano	Rua José Jubilino Cavalcante Filho Entre lotes na área do Distrito Industrial	1,41	-	Cruzamento da Rua Altino Coelho de Macedo com a Rua José Jubilino Cavalcante Filho	374,57	330752.808E 8961588.131N	Riacho das Porteiras	364,26	332101.793E 8961642.848N
		Bairro Jardim Petrópolis COHAB São Francisco Distrito Industrial	3,24	-	Av. Tapuio	373,65	329912.686E 8961263.666N	Riacho da Vitória (2)	364,23	330026.005E 8958736.345N
2	Riacho da Vitória	Distrito Industrial	2,00	-	Riacho da Vitória (1)	364,17	330092.662E 8958704.484N	Rio São Francisco	362,16	331380.646E 8959332.982N
		Distrito Industrial	1,74	-	Riacho das Porteiras	360,97	332720.006E 8960238.381N	Riacho da Vitória (2)	362,48	331254.756E 8959552.87N






SUB-BACIA URBANA	CANAL/LAGOA E/OU RIACHO	LOCALIZAÇÃO	EXTENSÃO (km)	DISPOSITIVOS EXISTENTES	INFORMAÇÕES MONTANTE			INFORMAÇÕES JUSANTE		
					LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS	LOCALIZAÇÃO	COTA (m)	COORDENADAS
		Distrito Industrial	1,40	-	Av. Luiz de Souza	375,69	-	Riacho da Vitória (3)	361,93	-
2	Riacho da Vitória	Distrito Industrial	0,73	-	Av. Luiz de Souza	372,60	-	Riacho da Vitória (4)	365,28	-
		Bairro Jardim Petrópolis	0,23	-	Canal do Jardim Petrópolis	373,35	329368.664E 8961213.188N	Riacho da Vitória (1)	372,74	-
2	Canal da Av. Tapuio	Av. Tapuio	0,71	Bocas de lobo Caixas	Cruzamento da Rua Hilton Ribeiro Teixeira com a Av. Tapuio	379,03	330336.00E 8962498.00N	Riacho da Vitória	373,65	329912.686E 8961263.666N
2	Canal do Jardim Petrópolis	Bairro Jardim Petrópolis	1,89	Caixas	Lagoa em área particular	380,64	329471.929E 8962890.786N	Riacho da Vitória	373,35	329364.436E 8961219.074N









Fonte: PDCA (2022).

## 6.6 RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS DAS ÁREAS LEVANTADAS

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SEMANAL		
<b>Projeto:</b>	Trecho Habib's, Lagoa Dom Avelar, Lagoa São Joaquim, Canal Av. da Redenção e Riacho do Batalhão			
<b>Período:</b>	<b>Data Inicial:</b>	27/01/2022	<b>Data Final:</b>	08/02/2022
DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS				
				
Trecho do Habib's		Trecho do Habib's		
				
Lagoa Dom Avelar		Lagoa São Joaquim		
				
Área não autorizada: Riacho do Batalhão		Riacho do Batalhão		
				
Canal Av. da Redenção		Canal Av. da Redenção		






		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SEMANAL		
<b>Projeto:</b>	Canal do Dom Malan, Riacho das Porteiras, Canal do Alto Cheiroso, Canal do São José, Lagoa do Jatobá			
<b>Período:</b>	<b>Data Inicial:</b>	09/02/2022	<b>Data Final:</b>	15/02/2022
<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS</b>				
				
Lagoa do Jatobá		Lagoa do Jatobá		
				
Canal do Alto Cheiroso		Canal do Alto Cheiroso		
				
Canal do São José		Área de difícil acesso no riacho Porteiras		
				
Riacho das Porteiras		Riacho das Porteiras		






		<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SEMANAL</b>		
<b>Projeto:</b>	<b>Riacho das Porteiras, Canal do Vale do Grande Rio, Canal do Massangano</b>			
<b>Período:</b>	<b>Data Inicial:</b>	<b>16/02/2022</b>	<b>Data Final:</b>	<b>23/02/2022</b>
<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS</b>				
				
Alta vegetação do Riacho das Porteiras		Riacho das Porteiras		
				
Canal do Vale do Grande Rio		Canal do Massangano		

		<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO SEMANAL</b>		
<b>Projeto:</b>	<b>Riacho das Porteiras, Canal Av. Tapuio, Riacho Vitória, Canal do Jardim Petrópolis</b>			
<b>Período:</b>	<b>Data Inicial:</b>	<b>23/02/2022</b>	<b>Data Final:</b>	<b>26/02/2022</b>
<b>DESCRIÇÃO DOS SERVIÇOS EXECUTADOS</b>				
				
Riacho Vitória		Riacho das Porteiras		
				
Riacho Vitória		Riacho Vitória		
				
Riacho da Vitória		Canal da Av. Tapuio		
				
Canal da Av. Tapuio		Canal da Av. Tapuio		

## 6.7 RELATÓRIOS FOTOGRÁFICOS DAS ÁREAS INACESSÍVEIS








### 6.7.1 Riacho Vitória

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
<b>Local:</b>	Riacho Vitória		
<b>Data da visita:</b>	02/08/2022	<b>Coordenadas UTM (SIRGAS2000):</b>	E 330052.00 N 8958748.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
 <p>2 de ago. de 2022 14:53:10 24L 330613 8959239 91° E Altitude: 351,7m Velocidade: 0,0km/h Número do índice: 49</p>		 <p>2 de ago. de 2022 15:21:26 24L 330405 8958969 192° S Altitude: 359,0m Velocidade: 0,2km/h Número do índice: 51</p>	
Trecho inacessível		Trecho inacessível	
 <p>2 de ago. de 2022 15:22:25 24L 330452 8958937 237° SW Altitude: 354,0m Velocidade: 2,4km/h Número do índice: 52</p>		 <p>2 de ago. de 2022 15:22:40 24L 330460 8958929 250° W Altitude: 351,4m Velocidade: 2,8km/h Número do índice: 53</p>	
Presença de vegetação		Presença de vegetação e solo instável	
 <p>2 de ago. de 2022 15:24:40 24L 330448 8958899 260° W Altitude: 351,7m Velocidade: 0,4km/h Número do índice: 55</p>		 <p>2 de ago. de 2022 15:32:29 24L 330077 8958717 85° E Altitude: 352,7m Velocidade: 0,0km/h Número do índice: 59</p>	
Vegetação excessiva nas margens		Vegetação excessiva nas margens	






		<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>Local:</b>	<b>Riacho Vitória</b>		
<b>Data da visita:</b>	<b>02/08/2022</b>	<b>Coordenadas UTM (SIRGAS2000):</b>	<b>E 330052.00 N 8958748.00</b>
<b>DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS</b>			
 <p>2 de ago. de 2022 15:32:40 24L 330080 8958710 102° E Altitude: 352,2m Velocidade: 2,5km/h Número do índice: 60</p>		 <p>2 de ago. de 2022 15:34:24 24L 330090 8958699 92° E Altitude: 355,5m Velocidade: 0,6km/h Número do índice: 62</p>	
Vegetação excessiva nas margens		Excesso de sedimentos e vegetação	
 <p>2 de ago. de 2022 15:34:59 24L 330104 8958675 53° NE Altitude: 354,5m Velocidade: 1,1km/h Número do índice: 63</p>		 <p>Riacho vitória PE, Petrolina 56312 N 8959018 E 330349 2 de agosto de 2022 16:39:55 BRT</p>	
Vegetação excessiva nas margens		Trecho do Riacho localizado em propriedade particular	

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Local:	Riacho Vitória		
Data da visita:	02/08/2022	Coordenadas UTM (SIRGAS2000):	E 330052.00 N 8958748.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
 <p>Riacho vitória PE, Petrolina 56312 N 8959018 E 330349 2 de agosto de 2022 16:40:07 BRT</p>		 <p>Riacho vitória PE, Petrolina, Avenida Luiz de Souza N 8958748 E 330052 2 de agosto de 2022 16:32:44 BRT</p>	
Trecho do Riacho Vitória localizado em área particular		Área Inacessível no Riacho Vitória	
 <p>Riacho vitória PE, Petrolina 56312 N 8958936 E 330449 2 de agosto de 2022 16:47:01 BRT</p>		 <p>Riacho vitória PE, Petrolina 56312 N 8959221 E 330626 2 de agosto de 2022 16:59:22 BRT</p>	
Solo instável nas margens		Excesso de vegetação nas margens	




### 6.7.2 Canal do Alto Cheirosos






		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
<b>Local:</b>	Canal do Alto Cheirosos		
<b>Data da visita:</b>	02/08/2022	<b>Coordenadas UTM (SIRGAS2000):</b>	E 335951.00 N 8963259.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
			
Resíduos depositados		Solo instável e vegetação no canal	
			
Calha com presença de vegetação e resíduos		Trecho com presença de tubulações e resíduos construtivos	
			
Excesso de sedimentos em calha		Excesso de sedimentos e vegetação	








		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Local:	Canal do Alto Cheirosos		
Data da visita:	02/08/2022	Coordenadas UTM (SIRGAS2000):	E 335951.00 N 8963259.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
 <p>2 de ago. de 2022 10:51:10 24L 335921 8960055 48° NE 860 Avenida Cardoso de Sá Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 349,9m Velocidade: 0,0km/h Número do índice: 9</p>		 <p>2 de ago. de 2022 10:51:40 24L 335943 8960055 48° NE 860 Avenida Cardoso de Sá Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 352,7m Velocidade: 0,6km/h Número do índice: 10</p>	
Excesso de vegetação em canal		Sedimentos e vegetação excessiva	
 <p>2 de ago. de 2022 10:52:27 24L 335906 8960117 198° S 860 Avenida Cardoso de Sá Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 355,2m Velocidade: 0,0km/h Número do índice: 12</p>		 <p>2 de ago. de 2022 10:52:23 24L 335936 8960117 198° S 860 Avenida Cardoso de Sá Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 355,2m Velocidade: 0,0km/h Número do índice: 11</p>	
Excesso de vegetação no Canal do Alto Cheirosos		Vegetação em estágio avançado de crescimento no canal	
 <p>2 de ago. de 2022 10:52:59 24L 335941 8960139 52° NE 945 Travessa Doutor Julio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 354,7m Velocidade: 2,1km/h Número do índice: 14</p>		 <p>2 de ago. de 2022 10:53:22 24L 335944 8960159 188° S 945 Travessa Doutor Julio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 353,7m Velocidade: 2,5km/h Número do índice: 15</p>	
Desnível e crescimento de vegetação ao longo do canal		Excesso de sedimentos e desnível considerável	

		<b>RELATÓRIO FOTOGRÁFICO</b>	
<b>Local:</b>	<b>Canal do Alto Cheiroso</b>		
<b>Data da visita:</b>	<b>02/08/2022</b>	<b>Coordenadas UTM (SIRGAS2000):</b>	<b>E 335951.00 N 8963259.00</b>
<b>DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS</b>			
 <p>2 de ago. de 2022 10:53:41 24L 335944 8960459 201° S 945 Travessa Doutor Júlio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 353,7 m Velocidade: 3 km/h Número do índice: 16</p>		 <p>2 de ago. de 2022 10:54:32 24L 335951 8960208 201° S 945 Travessa Doutor Júlio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 353,8 m Velocidade: 0 km/h Número do índice: 18</p>	
Acúmulo de sedimentos e desnível		Resíduos de construção e cercamento	
 <p>2 de ago. de 2022 10:55:05 24L 335956 8960221 201° S 945 Travessa Doutor Júlio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 355,8 m Velocidade: 4 km/h Número do índice: 19</p>		 <p>2 de ago. de 2022 10:55:12 24L 335963 8960222 201° S 945 Travessa Doutor Júlio de Melo Centro Petrolina Pernambuco Altitude: 356,2 m Velocidade: 3,5 km/h Número do índice: 20</p>	
Calha com excesso de vegetação e sedimentos		Região com vegetação em estágio avançado de crescimento e sedimentos	

### 6.7.3 Riacho do Batalhão

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Local:	Riacho do Batalhão		
Data da visita:	08/08/2022	Coordenadas UTM (SIRGAS2000):	E 339763.00 N 8963259.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
 <p>Riacho batalhão PE, Petrolina, Loteamento Recife 72º Batalhão de Infantaria Motorizado N 8963749 E 337924 9 de agosto de 2022 09:42:41 BRT</p>		 <p>Riacho batalhão PE, Petrolina, Loteamento Recife 72º Batalhão de Infantaria Motorizado N 8963736 E 337921 9 de agosto de 2022 09:57:30 BRT</p>	
Excesso de vegetação em calha		Presença de vegetação em calha	
 <p>8 de ago. de 2022 16:30:11 24L 338064 896370 148° 33' 33" W 1191 Rodovia Br Quatrocentos E Vinte e Oito Dom Avelino Petrolina Pernambuco Altitude: 371,7 m Velocidade: 0,0 km/h</p>		 <p>8 de ago. de 2022 17:08:13 24L 339877 8963313 351° N 1191 Entrada Pedrinhas Carreiro Petrolina Pernambuco Altitude: 346,5 m Velocidade: 0,0 km/h Número do índice: 96</p>	
Vegetação impossibilitando a visualização da calha		Acúmulo de água mediante a presença de vegetação	
 <p>8 de ago. de 2022 17:09:57 24L 339877 8963314 312° NW 1191 Entrada Pedrinhas Carreiro Petrolina Pernambuco Altitude: 350,5 m Velocidade: 0,0 km/h Número do índice: 97</p>		 <p>8 de ago. de 2022 17:09:05 24L 339874 8963316 107° E 2020 Avenida João Pernambuco Boa Esperança Petrolina Pernambuco Altitude: 352,2 m Velocidade: 0,0 km/h Número do índice: 98</p>	
Calha indefinida		Calha indefinida e presença de vegetação	

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Local:	Riacho do Batalhão		
Data da visita:	08/08/2022	Coordenadas UTM (SIRGAS2000):	E 339763.00 N 8963259.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
			
Crescimento de vegetativo ao longo do riacho do batalhão		Crescimento de vegetativo ao longo do riacho do batalhão	
			
Excesso de sedimentos e vegetação		Vegetação em crescimento avançado	

		RELATÓRIO FOTOGRÁFICO	
Local:	Riacho do Batalhão		
Data da visita:	08/08/2022	Coordenadas UTM (SIRGAS2000):	E 339763.00 N 8963259.00
DESCRIÇÃO DOS PROBLEMAS ENCONTRADOS			
			
Vegetação em estágio avançado de crescimento	Sedimentos e vegetação excessiva		
			
Calha do riacho com crescimento de vegetação	Manilha no riacho do batalhão		
			
Excesso de vegetação no riacho e ausência de calha	Delimitação de área inacessível do riacho do batalhão		

## 7 CADASTRO EXPEDITO DA DRENAGEM NAS ÁREAS DE RISCO

Os sistemas de microdrenagem são constituídos por bacias urbanas, com o objetivo de encaminhar as águas pluviais de áreas urbanizadas para seu descarte final em local adequado. As estruturas de drenagem podem ser superficiais ou profundas, constituídas por dispositivos tais como: sarjetas, poços de visita, bocas-de-lobo, galerias de águas pluviais, entre outros. O sistema de microdrenagem deságua em um corpo hídrico receptor, como riachos ou canais com dimensões maiores, integrantes do sistema de macrodrenagem do município.

O cadastramento expedito das estruturas de drenagem refere-se aos registros de suas condições de funcionamento e manutenção, ou seja, levantamento da localização e dos principais aspectos que envolvem a situação atual do sistema de microdrenagem implantado no município. Para o referido cadastramento, foram realizadas visitas técnicas “IN LOCO” com registros fotográficos, onde serão considerados os pontos a seguir:

- Identificação do sistema de drenagem utilizado (drenagem profunda ou superficial);
- Pontos de desagues de águas pluviais existentes (riachos, canais ou redes existentes);
- Mapeamento da localização de dispositivos (coordenadas).
- Dimensões (largura, comprimento, profundidade e diâmetro ou seção);
- Tipo (materiais) de galerias;
- Estado de conservação.

Para obtenção das informações do sistema de drenagem profunda, será necessário o acompanhamento do órgão responsável como apoio para abertura das caixas e ou poços de visita existentes. Sendo assim, o produto terá como complemento as plantas apresentadas a seguir:

- Planta geral do bairro com identificação das ruas e o tipo de sistema de drenagem;
- Planta geral com as ruas onde há drenagem superficial e registro fotográfico; e
- Planta com as ruas onde há drenagem profunda, com identificação, características dos dispositivos, estado de conservação e registro fotográfico.

As plantas baixas elaboradas no cadastro expedido da drenagem em áreas de risco estão apresentadas no **Volume III – Peças gráficas – Capítulo 2**, do Relatório Técnico Parcial III.









Para o levantamento das ruas onde há sistema de drenagem, levou-se em consideração o sentido de escoamento das águas pluviais, indicando em planta os pontos altos e baixos. Além disso, indicou-se em vermelho o nome das ruas que possuem drenagem superficial, e em azul o nome das ruas que possuem drenagem profunda. Para a avaliação do estado de conservação das linhas d'água, adotou-se a seguinte convenção, conforme a Figura 82:

- Nota 1 (Vermelha) – Péssimo, indicando dispositivo danificado/ausente e/ou obstruído em mais de 50% de sua seção;
- Nota 2 (Laranja) – Ruim, indicando obstrução provocada por rampas e calçadas;
- Nota 3 (Amarela) – Razoável, indicando obstrução por vegetação rasa e/ou muito sedimento;
- Nota 4 (Verde) – Bom, indicando obstrução por lixo e/ou pouca sedimentação;
- Nota 5 (Azul) – Ótimo, indicando dispositivo em boas condições, livre de obstruções.

Para a avaliação do estado de conservação dos dispositivos de drenagem profunda, indicou-se com “S – sim” e “N – não” se o dispositivo se encontrava danificado, e adotou-se a seguinte convenção, conforme a Figura 83:

- Vermelho – Ruim, indicando dispositivo obstruído em mais de 50% de sua seção;
- Amarelo – Razoável, indicando dispositivo obstruído em menos de 50% de sua seção;
- Verde – Bom, indicando dispositivo livre de obstrução;

Figura 82 – Legenda da planta baixa do cadastro da drenagem superficial.

LEGENDA DA PLANTA BAIXA:	CONVENÇÃO:	OBSERVAÇÕES:
 SENTIDO DE ESCOAMENTO DA ÁGUA	 NOTA 1 - PÉSSIMO (Dispositivo danificado/ausente e/ou obstruído em mais de 50%)	1. Ruas indicadas em <b>vermelho</b> possuem drenagem superficial;
 PONTO BAIXO	 NOTA 2 - RUIM (Obstrução provocada por rampas e calçadas)	2. Ruas indicadas em <b>azul</b> possuem drenagem profunda;
 PONTO ALTO	 NOTA 3 - RAZOÁVEL (Obstrução por vegetação rasa e/ou muito sedimento)	3. Coordenadas no sistema UTM, Datum SIRGAS2000, Zona 24L.
	 NOTA 4 - BOM (Obstrução por lixo e/ou pouca sedimentação)	
	 NOTA 5 - ÓTIMO (Dispositivo em boas condições, livre de obstruções)	
	S - SIM    N - NÃO	

Fonte: PDCA (2022).



Figura 84 – Cadastro expedito da drenagem de vias em áreas de risco em Petrolina/PE.

CADASTRO EXPEDITO DA DRENAGEM DE RUAS EM ÁREAS DE RISCO DE ALAGAMENTO - PETROLINA/PE				
Via/Área	Bairro	Bacia	Pavimentada	Drenagem Prof.
Av. Mar da Tasmânia	Antônio Cassimiro	Bacia 03	SIM	SIM
Av. Nossa Senhora do Rosário	Antônio Cassimiro	Bacia 03	NÃO	NÃO
Av. Ocoânica	Antônio Cassimiro	Bacia 03	SIM	NÃO
Cond. Vila Verde	Antônio Cassimiro	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua Nossa Senhora Aparecida	Antônio Cassimiro	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua do Acarajé	Areia Branca	Bacia 05	SIM	NÃO
Rua Anita Mafalte	Areia Branca	Bacia 04	SIM	SIM
Rua das Pedrinhas	Areia Branca	Bacia 04	SIM	NÃO
Rua 14 - Vila Marcela	Boa Esperança	Bacia 06	NÃO	NÃO
Rua Araripina	Centro	Bacia 04	SIM	SIM
Av. Clementino Coelho	Centro	Bacia 03	SIM	SIM
Av. Clementino Coelho (Área)	Centro	Bacia 03	SIM	SIM
Av. Fernando Góes	Centro	Bacia 04	SIM	NÃO
Av. Monsenhor Ângelo Sampaio	Centro	Bacia 04	SIM	SIM
Ponte Presidente Dutra	Centro	Bacia 03	SIM	SIM
Rua Fernando Reis	Centro	Bacia 03	SIM	SIM
Viaduto dos Barranqueiros (Habib's)	Centro	Bacia 03	SIM	SIM
Av. João Claverson Coelho Monteiro	Cidade Universitária	Bacia 04	NÃO	NÃO
Rod. Est. Jatobá Carneiro	Cidade Universitária	Bacia 04	SIM	NÃO
Rua Quinze	COHAB São Francisco	Bacia 02	SIM	SIM
Rio Claro (Rua do Sapoti)	COHAB São Francisco	Bacia 02	SIM	NÃO
Rua Coco Verde	COHAB São Francisco	Bacia 02	SIM	NÃO
Rua do Araçá	COHAB São Francisco	Bacia 02	NÃO	NÃO
Rua João Meireles	COHAB São Francisco	Bacia 02	SIM	NÃO
Rua José Rodrigues	COHAB São Francisco	Bacia 02	SIM	NÃO
IPSEP	Cosme e Damião	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua do Anum	Dom Avelar	Bacia 06	SIM	SIM
Av. Beija-Flor	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Av. da Redenção	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Av. das Garças	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Av. dos Minérios	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Rua da Caridade	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Rua da Galinha de Angola	Dom Avelar	Bacia 06	SIM	SIM
Rua da Grandeza	Dom Avelar	Bacia 05	SIM	NÃO
Rua da Harmonia	Dom Avelar	Bacia 06	SIM	SIM
Rua das Sensações	Dom Avelar	Bacia 06	NÃO	NÃO
Rua do Mármore	Dom Avelar	Bacia 05	NÃO	NÃO
Rua dos Pombos (Rua Raul Lins)	Dom Avelar	Bacia 05	NÃO	NÃO
Rua João B. Galvão	Dom Malan	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua Manoel Felix Borges - Rua José Pessoa	Dom Malan	Bacia 03	SIM	SIM
Rua 40 (Rua João Rodrigues de Macedo)	Jardim Amazonas	Bacia 03	SIM	NÃO
Via Local da Av. 7 de Set.	Jardim Amazonas	Bacia 03	NÃO	NÃO
Av. 01 - Jardim São Paulo	Jardim São Paulo	Bacia 03	NÃO	NÃO
Av. Santa Moxotó	Jardim São Paulo	Bacia 03	SIM	SIM
Ruas 15, 16 e 31 - Henrique Leite	Jatobá	Bacia 05	NÃO	NÃO
Ruas 23 e 24 - Henrique Leite	Jatobá	Bacia 05	SIM	SIM
Rua Trinta e Sete	João de Deus	Bacia 03	NÃO	NÃO
Av. Terezinha Campos	João de Deus	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua Cinco	João de Deus	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua Dezoito	João de Deus	Bacia 03	SIM	NÃO
Av. Nordeste	José e Maria	Bacia 05	SIM	SIM
Av. Zé Macaúba	José e Maria	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua Ilha Solteira	José e Maria	Bacia 05	SIM	NÃO
Rua Rio Doce	José e Maria	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua TABELÃO João Gomes	José e Maria	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua 29 e 30 do Loteamento Recife	Loteamento Recife (Vila Débora)	Bacia 05	SIM	SIM
Av. dos Tropeiros	Ouro Preto	Bacia 03	SIM	NÃO
Marginal da Av. Honorato Viana	Palhinhas	Bacia 03	SIM	NÃO
Rua Pres. João Goulart	Palhinhas	Bacia 03	SIM	NÃO
Ruas 9 e 10	Pedro Raimundo	Bacia 03	NÃO	NÃO
Área Pedro Raimundo	Pedro Raimundo	Bacia 03	NÃO	NÃO
Loteamento Nossa Senhora de Fátima	Pedro Raimundo	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua 28 (Vale do Grande Rio)	Pedro Raimundo	Bacia 03	SIM	SIM
Rua Trinta e Cinco	Pedro Raimundo	Bacia 03	NÃO	NÃO
Rua 03 (Rua José Corrêa Moxotó)	São Gonçalo	Bacia 02	NÃO	NÃO
Av. Alto Grande	São Gonçalo	Bacia 02	SIM	SIM
Av. Prof. Simões Amorim Durando	São Gonçalo	Bacia 02	SIM	SIM
Rua 04 (Rua Paulina Alves Cardoso)	São Gonçalo	Bacia 02	NÃO	NÃO
Rua Chico Mendes	São José	Bacia 04	SIM	NÃO
Av. Pedrinhas	Zona Militar	Bacia 05	SIM	SIM

Fonte: PDCA (2022).

## 8 LEVANTAMENTO DE ÁREAS DE RISCO EM PETROLINA

Neste capítulo, serão indicadas as principais áreas de risco de inundação e alagamentos no município de Petrolina, com metodologia baseada no Relatório das Áreas de Risco no Município de Petrolina-PE: Enchentes, Inundações e Alagamentos (COMPDEC, 2019), conforme atribuição da COMPDEC (Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil), proposta pela Lei nº 12.608, de 12 de abril de 2012 (PLANALTO, 2012a), que Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil – PNPDEC e dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil – SINPDEC.

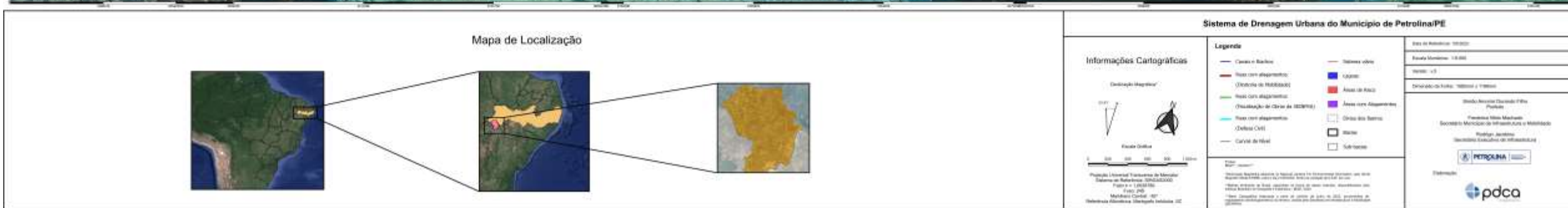
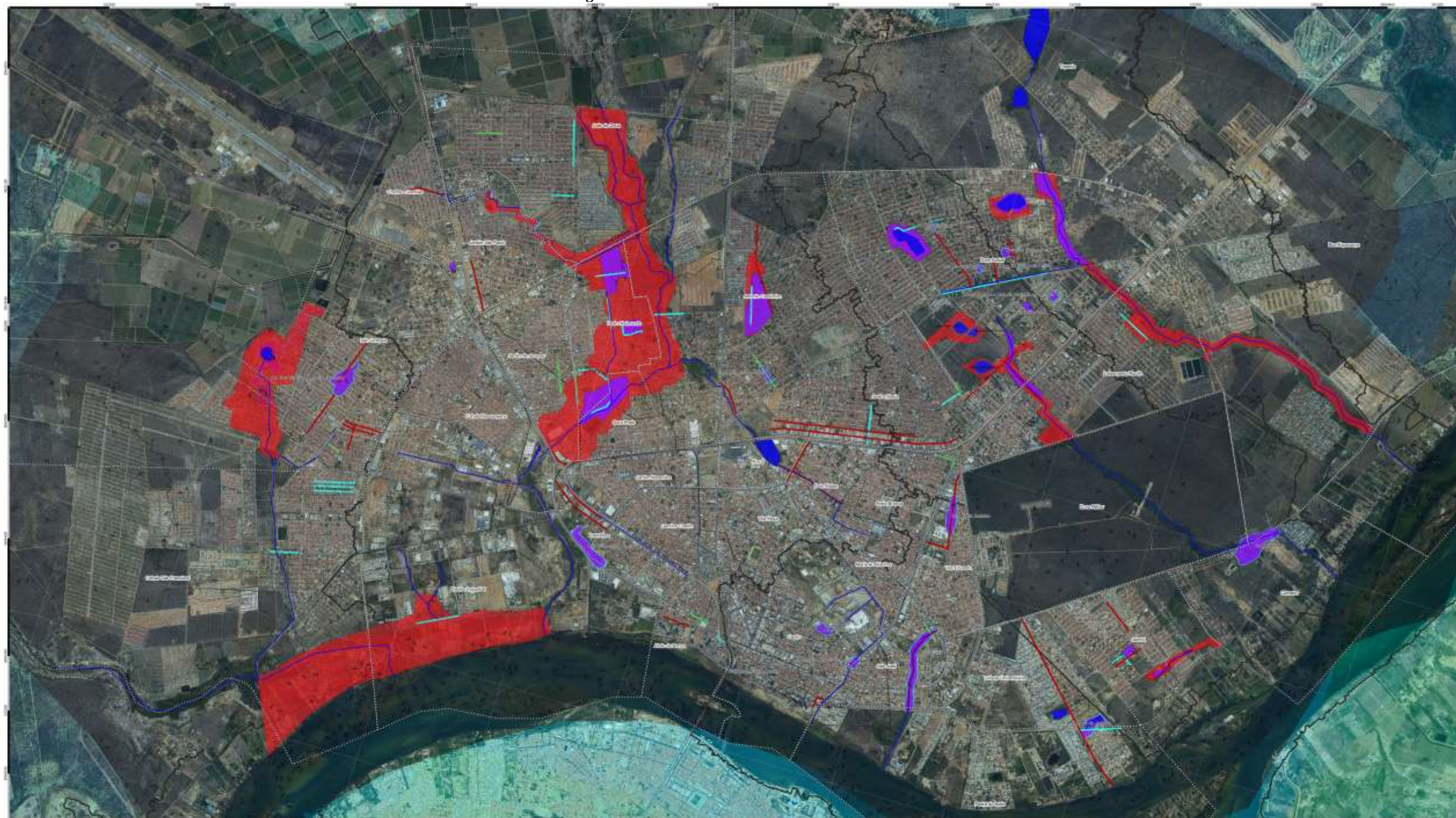
Baseia-se no histórico de eventos adversos, na identificação de ocupações em área de planícies de inundações dos cursos d'água e lagoas na zona urbana no município e em inspeções de campo realizadas pela equipe técnica da PDCA Engenharia, e na identificação dos principais cursos d'água, a ocupação presente e o seu risco potencial (CARVALHO, MACEDO e OGURA, 2007).

Ao analisar o histórico de registros de desastres em Petrolina-PE, nota-se que o principal desastre que atinge o município é a estiagem, mas há registros de desastres causados pelo excesso de chuvas em 2004 e 2008 (CEPED, 2013). Isso pode ser explicado devido ao clima semiárido. Se por um lado a baixa média pluviométrica anual expõe principalmente aos moradores da área de sequeiro aos efeitos da estiagem, por outro lado a concentração da pluviometria em curto espaço de tempo expõe a área urbana à alagamentos, enchentes, inundações e enxurradas.

Os problemas causados pelas enchentes, inundações e enxurradas se agravam em função do aumento da urbanização, habitação de áreas de riscos, depósitos de resíduos sólidos em locais incorretos, uso indevido da terra, assoreamento, solapamentos da margem fluvial e do desmatamento da cobertura vegetal (MAGALHÃES *et. al.*, 2011).

Destaca-se que a ocupação de margens dos cursos d'água, lagos e lagoas naturais são protegidas pelo Código Florestal disposto pela lei federal nº: 12.651, de 25 de maio de 2012 (PLANALTO, 2012b). Citam-se abaixo as áreas (Figura 85) identificadas de acordo com o histórico de ocorrências.

Figura 85 – Áreas de risco em Petrolina/PE.



Fonte: COMPDEC (2019), adaptado por PDCA (2022).

A seguir, estão listados os riachos urbanos de Petrolina e seus respectivos bairros e setores que foram vistoriados pela Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil e pela equipe técnica da PDCA Engenharia, além das áreas de risco localizadas no centro da cidade.

- Riacho das Porteiras: Compreende os bairros de Jardim São Paulo, João de Deus e Cacheado, Vale do Grande Rio, Pedro Raimundo, Salinas, Jardim Amazonas e Ouro Preto, Antônio Cassimiro e Cosme e Damião, além das Invasões Vila da Fé e Vila da Paz. Essa área foi dividida em 11 setores, sendo 6 de acordo com a setorização da CPRM (2014) e 5 tendo como referência os problemas encontrados pelos agentes de Defesa Civil de Petrolina-PE e pela equipe técnica da PDCA Engenharia, apresentadas a seguir:
  - Jardim São Paulo, João de Deus e Cacheado;
  - Cacheado e Av. Transnordestina;
  - Pedro Raimundo e Vale do Grande Rio;
  - Vale do Grande Rio;
  - Pedro Raimundo, Vale do Grande Rio, Ouro Preto e Invasão Salinas;
  - Pedro Raimundo, Jardim Amazonas, Ouro Preto e Invasão Salinas;
  - Ouro Preto;
  - Invasão da Vila da Fé e Invasão da Vila da Paz;
  - Cond. Vila Verde;
  - Antônio Cassimiro;
  - Cosme e Damião.
- Riacho do Batalhão: Compreende os bairros Henrique Leite e Jatobá, além do Vila Débora e do Loteamento Recife. Essa área foi dividida em 3 setores, sendo 2 de acordo com a setorização da CPRM (2014) e 1 tendo como referência os problemas encontrados pelos agentes de Defesa Civil de Petrolina-PE e pela equipe técnica da PDCA Engenharia, apresentadas a seguir:
  - Henrique Leite;
  - Vila Débora e Loteamento Recife;
  - Lagoa do Jatobá.
- Riacho Pau Ferro: Compreende os bairros Dom Avelar e Boa Esperança, além do bairro Vila Marcela. Essa área possui lençol freático com cota elevada, o que acarreta a formação de lagoas. Dividiu-se a área em 4 setores, sendo 2 de acordo

com a setorização da CPRM (2014) e 2 tendo como referência os problemas encontrados pelos agentes de Defesa Civil de Petrolina-PE e pela equipe técnica da PDCA Engenharia, apresentadas a seguir:

- Canal da Av. da Redenção;
  - Lagoa do Dom Avelar;
  - Lagoa do São Joaquim;
  - Lagoa do Padre Cícero.
- 
- Riacho Vitória: Compreende os bairros Jardim Petrópolis, São Gonçalo e COHAB São Francisco, além da área ribeirinha do riacho Vitória e da Av. Tapuio. Dividiu-se a área em 4 setores, sendo 1 de acordo com a setorização da CPRM (2014) e 3 tendo como referência os problemas encontrados pelos agentes de Defesa Civil de Petrolina-PE e pela equipe técnica da PDCA Engenharia, apresentadas a seguir:
    - Área ribeirinha do riacho Vitória e Av. Tapuio;
    - Jardim Petrópolis;
    - São Gonçalo;
    - COHAB São Francisco.
- 
- Áreas de risco localizadas no Centro de Petrolina: Compreende áreas localizadas nos bairros Centro, Alto Cheiroso, Cidade Jardim e Caminho do Sol. Dividiu-se a área em 5 setores, tendo como referência os problemas encontrados pela equipe técnica da PDCA Engenharia, apresentadas a seguir:
    - Viaduto dos Barranqueiros (Habib's);
    - Canal do Alto Cheiroso;
    - Canal do São José;
    - Canal do Dom Malan;
    - Canal de microdrenagem da Av. João Campos.

Em linhas gerais, observa-se que as áreas descritas nesse capítulo foram consideradas em sua maioria de risco baixo. No entanto, destaca-se que isso se deve as características planas da área urbana, o que faz com que não haja riscos de deslizamentos, o que potencializaria o risco de óbitos. Por outro lado, os eventos adversos que a população dessas áreas está exposta podem causar danos materiais. Entre os problemas encontrados, destaca-se a ocupação irregular de margens de cursos d'água e de lagoas, o que expõe os moradores aos eventos hidrometeorológicos (COMPDEC, 2019).

O presente capítulo é de caráter informativo em si, e não esgota a análise das áreas de risco aqui consideradas, sendo necessária a revisão constante destas áreas e de outras não indicadas, que podem ter seu grau de risco modificado a depender das ações tomadas pela municipalidade.

O diagnóstico das áreas de risco de Petrolina está apresentado no **Tomo III – Diagnóstico das áreas de risco do município de Petrolina/PE**. Este relatório contempla informações sobre as áreas de risco de alagamento e inundação no município de Petrolina. É importante salientar que as áreas visitadas foram indicadas pela COMPDEC (Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil), AMMPLA (Autarquia Municipal de Mobilidade de Petrolina), e pela fiscalização da SEINFRA (Secretaria Municipal de Infraestrutura e Mobilidade), com base no histórico de eventos de chuvas intensas na zona urbana do município.

A Figura 86 seguir mostra a relação das vias que compõem o diagnóstico das áreas de risco de alagamento/inundação em Petrolina. As vias estão ordenadas em ordem decrescente por bacia, conforme apresentado no **Tomo II** deste referente Volume.

Figura 86 – Vias do diagnóstico das áreas de risco em Petrolina/PE.

DIAGNÓSTICO DAS RUAS EM ÁREAS DE RISCO DE ALAGAMENTO - PETROLINA/PE				
Via/Área	Bacia	Bairro	Pavimentada	Drenagem Prof.
Rua 14 - Vila Marcela	Bacia 06	Boa Esperança	NÃO	NÃO
Rua do Anum	Bacia 06	Dom Avelar	SIM	SIM
Rua da Galinha de Angola	Bacia 06	Dom Avelar	SIM	SIM
Rua da Harmonia	Bacia 06	Dom Avelar	SIM	SIM
Rua das Sensações	Bacia 06	Dom Avelar	NÃO	NÃO
Rua da Caridade	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Av. da Redenção	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Rua da Grandeza	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Av. dos Minérios	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Rua do Mármore	Bacia 05	Dom Avelar	NÃO	NÃO
Av. Beija-Flor	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Av. das Garças	Bacia 05	Dom Avelar	SIM	NÃO
Rua dos Pombos (Rua Raul Lins)	Bacia 05	Dom Avelar	NÃO	NÃO
Rua 29 e 30 do Loteamento Recife	Bacia 05	Loteamento Recife (Vila Débora)	SIM	SIM
Av. Nordeste	Bacia 05	José e Maria	SIM	SIM
Rua Ilha Solteira	Bacia 05	José e Maria	SIM	NÃO
Rua do Acarajé	Bacia 05	Areia Branca	SIM	NÃO
Av. Pedrinhas	Bacia 05	Zona Militar	SIM	SIM
Ruas 15, 16 e 31 - Henrique Leite	Bacia 05	Jatobá	NÃO	NÃO
Ruas 23 e 24 - Henrique Leite	Bacia 05	Jatobá	SIM	SIM
Av. João Cleverson Coelho Monteiro	Bacia 04	Cidade Universitária	NÃO	NÃO
Rod. Est. Jatobá Carneiro	Bacia 04	Cidade Universitária	SIM	NÃO
Rua Anita Mafalte	Bacia 04	Areia Branca	SIM	SIM
Rua das Pedrinhas	Bacia 04	Areia Branca	SIM	NÃO
Rua Chico Mendes	Bacia 04	São José	SIM	NÃO
Rua Araripina	Bacia 04	Centro	SIM	SIM
Av. Monsenhor Ângelo Sampaio	Bacia 04	Centro	SIM	SIM
Av. Fernando Góes	Bacia 04	Centro	SIM	NÃO
Rua Fernando Reis	Bacia 03	Centro	SIM	SIM
Av. Clementino Coelho	Bacia 03	Centro	SIM	SIM
Viaduto dos Barranqueiros (Habib's)	Bacia 03	Centro	SIM	SIM
Ponte Presidente Dutra	Bacia 03	Centro	SIM	SIM
Rua Manoel Felix Borges - Rua José Pessoa	Bacia 03	Dom Malan	SIM	SIM
Rua João B. Galvão	Bacia 03	Dom Malan	NÃO	NÃO
Rua Tabelaio João Gomes	Bacia 03	José e Maria	NÃO	NÃO
Rua Rio Doce	Bacia 03	José e Maria	NÃO	NÃO
Av. Zé Macaúba	Bacia 03	José e Maria	SIM	NÃO
Av. Mar da Tasmânia	Bacia 03	Antônio Cassimiro	SIM	SIM
Rua Nossa Senhora Aparecida	Bacia 03	Antônio Cassimiro	SIM	NÃO
Av. Oceânica	Bacia 03	Antônio Cassimiro	SIM	NÃO
Rua Pres. João Goulart	Bacia 03	Palhinhas	SIM	NÃO
Marginal da Av. Honorato Viana	Bacia 03	Palhinhas	SIM	NÃO
Via Local da Av. 7 de Set.	Bacia 03	Jardim Amazonas	NÃO	NÃO
Av. dos Tropelros	Bacia 03	Ouro Preto	SIM	NÃO
Rua 40 (Rua João Rodrigues de Macedo)	Bacia 03	Jardim Amazonas	SIM	NÃO
Ruas 9 e 10	Bacia 03	Pedro Raimundo	NÃO	NÃO
Rua 28 (Vale do Grande Rio)	Bacia 03	Pedro Raimundo	SIM	SIM
Cond. Vila Verde	Bacia 03	Antônio Cassimiro	NÃO	NÃO
Av. Nossa Senhora do Rosário	Bacia 03	Antônio Cassimiro	NÃO	NÃO
Rua Trinta e Cinco	Bacia 03	Pedro Raimundo	NÃO	NÃO
Área Pedro Raimundo	Bacia 03	Pedro Raimundo	NÃO	NÃO
Loteamento Nossa Senhora de Fátima	Bacia 03	Pedro Raimundo	NÃO	NÃO
Rua Trinta e Sete	Bacia 03	João de Deus	NÃO	NÃO
Av. 01 - Jardim São Paulo	Bacia 03	Jardim São Paulo	NÃO	NÃO
IPSEP	Bacia 03	Cosme e Damião	SIM	NÃO
Rua Cinco	Bacia 03	João de Deus	SIM	NÃO
Av. Terezinha Campos	Bacia 03	João de Deus	SIM	NÃO
Rua Dezoito	Bacia 03	João de Deus	SIM	NÃO
Av. Santa Moxotó	Bacia 03	Jardim São Paulo	SIM	SIM
Av. Clementino Coelho (Área)	Bacia 03	Centro	SIM	SIM
Rua Quinze	Bacia 02	COHAB São Francisco	SIM	SIM
Rua Coco Verde	Bacia 02	COHAB São Francisco	SIM	NÃO
Rua José Rodrigues	Bacia 02	COHAB São Francisco	SIM	NÃO
Rua João Meireles	Bacia 02	COHAB São Francisco	SIM	NÃO
Rua do Araçá	Bacia 02	COHAB São Francisco	NÃO	NÃO
Rio Claro (Rua do Sapoti)	Bacia 02	COHAB São Francisco	SIM	NÃO
Rua 03 (Rua José Corrêa Moxotó)	Bacia 02	São Gonçalo	NÃO	NÃO
Rua 04 (Rua Paulina Alves Cardoso)	Bacia 02	São Gonçalo	NÃO	NÃO
Av. Prof. Simões Amorim Durando	Bacia 02	São Gonçalo	SIM	SIM
Av. Alto Grande	Bacia 02	São Gonçalo	SIM	SIM

Fonte: PDCA (2022).

## 9 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS

Neste capítulo, serão identificadas as áreas passíveis de processos erosivos, preservação, desocupação e armazenamento natural. A implantação de loteamentos e a urbanização indisciplinada são responsáveis por boa parte da erosão do solo, conseqüentemente no assoreamento dos corpos d'água.

Os mapas que serão ilustrados neste capítulo, identificando tais áreas, estão apresentados em melhor escala no **Volume III – Peças gráficas – Capítulo 3**, do Relatório Técnico Parcial III.

### 9.1 ÁREAS DISPONÍVEIS PARA RETENÇÃO

As técnicas compensatórias são técnicas alternativas de drenagem que objetivam compensar o impacto negativo da urbanização sobre os processos hidrológicos, baseando-se na melhoria da qualidade de vida da população e na preservação dos espaços urbanos. Além disso, buscam armazenar águas pluviais em locais adequados, como lagos, canais e reservatórios (WALESH, 1989). A maior dificuldade na sua aplicação é sua integração ao espaço urbano.

Segundo Baptista, Nascimento e Barraud (2011), empregar técnicas compensatórias torna possível o avanço do processo de urbanização, sem utilizar grandes investimentos em infraestrutura do sistema de drenagem, devido a modulação deste considerando as questões urbanísticas aliadas ao crescimento e estudo da drenagem pluvial da área urbana.

A Figura 87 a seguir mostra o mapa com as áreas disponíveis para retenção na zona urbana do município de Petrolina, baseado em espaços urbanos livres em pontos baixos da cidade.



## 9.2 ÁREAS SUJEITAS A EROSIÃO

Erosão, ou movimento de massa do solo, são movimentos de descida de solos e rochas pela ação da gravidade, que pode ser intensificado pela ação da água, também popularmente conhecidos como deslizamentos, escorregamentos, entre outras definições (CEMADEN, 2022). A erosão relaciona-se a riscos naturais, podendo causar perdas de vidas ou prejuízos materiais quando ocorrem em determinado local, seja por fenômenos naturais, ou pela ação antrópica.

Segundo Carvalhais *et. al.* (2019), fatores como a topografia local, a interferência antrópica, remoção de vegetação, precipitação intensa associada a baixa infiltração no solo, ocupações em locais irregulares e o escoamento superficial da água no solo intensificam a ocorrência do processo erosivo do solo. A Figura 88 mostra o mapa com as áreas de risco de erosão em Petrolina/PE.



### 9.3 ÁREAS PARA RECOMENDAÇÃO DE DESOCUPAÇÃO

Neste tópico, será recomendada a desocupação de áreas próximas ao sistema de macrodrenagem do município de Petrolina/PE, baseada na Lei nº 12.727, de 17 de outubro de 2012, que altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, entre outros (PLANALTO, 2012c).

Esta lei altera as considerações sobre Áreas de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, onde considera as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente com largura mínima de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura.

Para o caso das lagoas consolidadas em áreas urbanas, foi considerado o seu perímetro como parâmetro para recomendação de desocupação de suas margens. A Figura 89 mostra o mapa com as áreas recomendadas a serem desocupadas no município de Petrolina/PE.



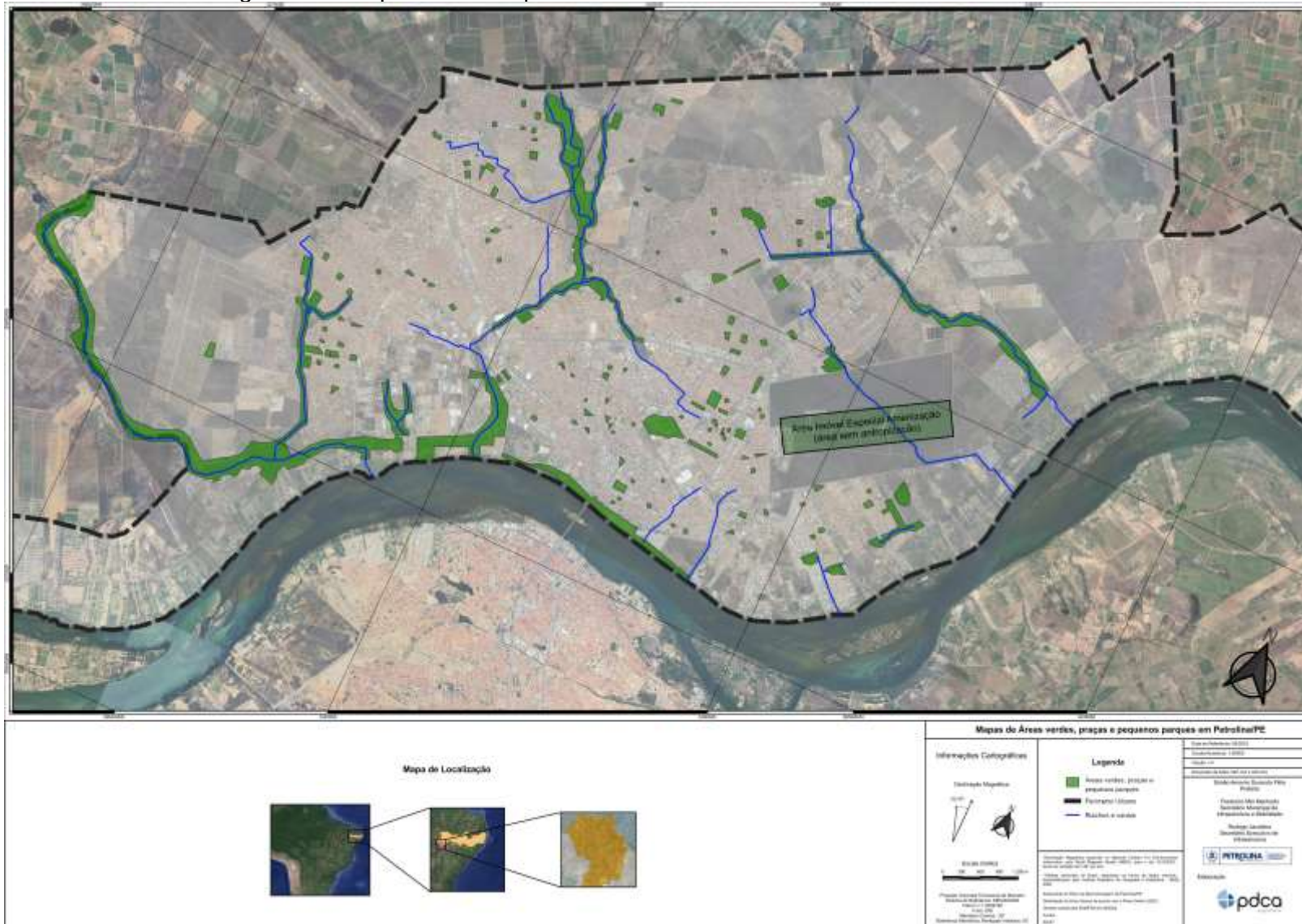
#### 9.4 ÁREAS VERDES E PRESERVADAS/OCUPADAS EM APP

Serão identificadas, neste tópico, áreas inundáveis vegetáveis em Petrolina, além de áreas preservadas/ocupadas em APP (Áreas de Preservação Permanente) e possíveis áreas de instalação de equipamentos de melhoria do sistema de drenagem do município. Estas áreas foram identificadas de acordo com a análise de questões relativas ao ambiente natural do município, considerando suas interfaces e relações com elementos urbanos.

O principal corpo hídrico de Petrolina é o Rio São Francisco, que possibilitou a infraestrutura das barragens e perímetros irrigados, que contribuíram no desenvolvimento econômico da região, atraindo pessoas e consolidando os demais polos no município. O ordenamento da ocupação de suas margens é um grande desafio para a sua preservação. Segundo a Legislação Federal, a Área de Proteção Ambiental (APP) do Rio São Francisco possui uma área de 500 metros lineares a partir de sua margem (PLANALTO, 2012c).

Outro elemento importante foi o estudo dos riachos urbanos da drenagem natural de Petrolina, e suas áreas úmidas ou alagáveis. Em conjunto com todas as informações reunidas nos relatórios anteriores, utilizaram-se as quadrículas do Modelo Digital de Terreno disponíveis pelo programa Pernambuco Tridimensional (PE3D) para consolidar as informações. A Figura 90 mostra o mapa com as áreas preservadas em APP e áreas verdes no município de Petrolina/PE.

Figura 90 – Mapa das áreas preservadas em APP e áreas verdes em Petrolina/PE.



Fonte: PDCA (2022).

## REFERÊNCIAS

BAPTISTA, M.; NASCIMENTO, N; BARRAUD, S. Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana. **ABRH**, Porto Alegre-RS, 2011.

BARRETO, R. D. Uso e ocupação do solo às margens do Rio São Francisco no município de Petrolina-PE: Impactos ambientais no canal fluvial. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia. **Universidade Federal de Pernambuco – UFPE**. Recife. 2015.

CARVALHAIS, R. M. *et. al.* Deslizamento de encostas devido a ocupações irregulares. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 9765-9772, jul. 2019.

CARVALHO, C. S.; MACEDO, E. S.; OGURA, A. T. (Org.). Mapeamento de riscos de encostas e margem de rios. **Instituto de Pesquisas Tecnológicas**. Brasília: Ministério das Cidades, 176p. 2007.

CBHSF. A Bacia. **Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco**. 2021. Disponível em: <<https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>>. Acesso em: 16 de março de 2022.

CEMADEN. Ameaças Naturais: Movimento de Massa. **Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais - CEMADEN**. 2022. Disponível em: <<https://www.cemaden.gov.br/deslizamentos/>>. Acesso em: 07 de julho de 2022.

CEPED – UFSC, Centro Universitário De Estudos E Pesquisas Sobre Desastres (Santa Catarina). Universidade Federal de Santa Catarina. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**: volume Pernambuco. 2ªed, Florianópolis: CEPED UFSC, 130 p. 2013.

CHESF. CHESF inicia controle de cheia no Velho Chico. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. 2022a. Disponível em: <[https://chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1014](https://chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1014)>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

CHESF. Descrição do Aproveitamento de Sobradinho. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. 2016. Disponível em: <<https://www.chesf.gov.br/SistemaChesf/Pages/SistemaGeracao/Sobradinho.aspx>>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

CHESF. Mapeamento das áreas inundáveis nas margens do Rio São Francisco no trecho entre os reservatórios de Sobradinho e Itaparica. Relatório técnico do plano de trabalho ACT 003/2008 – CHESF/ANA. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. Agência Nacional de Águas – ANA. 44p. 2008.

CHESF. Operação dos reservatórios e histórico de enchentes no Rio São Francisco. Reunião pública sobre enchentes no Rio São Francisco. Comitê da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco – CBHSF. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. Petrolina, 2018.

CHESF. Reservatórios fazem controle de cheia. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. 2022b. Disponível em: <[https://chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1034](https://chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1034)>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

CHESF. Vazão no Velho Chico será de 3 mil m<sup>3</sup>/s. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. 2022c. Disponível em: <[https://chesf.gov.br/\\_layouts/15/Chesf\\_Noticias\\_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1061](https://chesf.gov.br/_layouts/15/Chesf_Noticias_Farm/Noticia.aspx?IDNoticia=1061)>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

CIRILO, J. A.; ALVES, F. H. B.; SILVA, L. A. C.; LIMA, J. H. A. Suporte de Informações Georreferenciadas de Alta Resolução para Implantação de Infraestrutura e Planejamento Territorial, **Revista Brasileira de Geografia Física**, vol 07, n.04, 755-763. 2014.

CODEVASF. São Francisco. **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba – CODEVASF**. 2021. Disponível em: <<https://www.codevasf.gov.br/area-de-atuacao/bacia-hidrografica/sao-francisco>>. Acesso em: 17 de março de 2022.

COELHO, R. L. L. C. Política, Gestão e Cidade. Política habitacional e voto em Petrolina, Pernambuco. Dissertação (Pós-Graduação em Urbanismo) – Pontifícia. **Universidade Católica de Campinas**. São Paulo. 2007.

COMPDEC. Relatório das Áreas de Risco no Município de Petrolina-PE: Enchentes, Inundações e Alagamentos. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. **Secretaria Executiva de Segurança Pública**. Prefeitura de Petrolina. Petrolina, 2019.

CPRM. Ação Emergencial para Delimitação de Áreas em Alto e Muito Alto Risco a Enchentes e Movimentos de Massa: Município de Petrolina - PE. Recife, **Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM**, 08p, 2014. Disponível em: <<http://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/19985>>. Acesso em: 09 de dezembro de 2021.

CRUZ, P. F. S. Reestruturação urbana em Petrolina (PE): Um olhar a partir da implantação dos novos produtos imobiliários. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Planejamento Urbano e Regional da Faculdade de Arquitetura. **Universidade Federal do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre. 2013.

DANTAS, C.E.O.; CIRILO, J. A.; RIBEIRO NETO, A.; SILVA, E. R. Caracterização da Formação de Cheias na Bacia do Rio Una em Pernambuco – II: Análise Estatística Regional. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**. 2014.

EMBRAPA. Informações Agrometeorológicas do Polo Petrolina, PE/Juazeiro, BA - 1963 a 2009. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA**. Documentos Online. Petrolina/PE. ISSN 1808-9992. 2010.

ESRI. ArcGIS 9.2 Desktop help. **Environmental Systems Research Institute**. Disponível em: <[http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Flow\\_Direction](http://webhelp.esri.com/arcgisdesktop/9.2/index.cfm?TopicName=Flow_Direction)>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

GALVANIN, E. A. S.; POZ, A. P. D. Sistema Lidar e Métodos de Interpolação de Dados. **Revista de Geografia (UFPE)**, v. 30, n. 1, p. 91-102. 2013.

HENN, A.; GRÖGER, G.; STROH, V.; PLÜMER, L. Model driven reconstruction of roofs from sparse LIDAR point clouds. **ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing**, v. 76, p. 17-29. 2013.

HERMUCHE, P. H. O Rio de São Francisco. Brasília: **Companhia de Desenvolvimento dos Vales do São Francisco e do Parnaíba - CODEVASF**, 58 p, ; il. 2002.

IBGE. Cidades. Panorama Petrolina. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2021. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/panorama>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2021.

INMET. Normais climatológicas do Brasil. Instituto Nacional de Meteorologia. **Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. 2021. Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/normais>>. Acesso em 17 de dezembro de 2021.

INPE. LANDSAT. Geração de imagens. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE**. 2021. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/documentacao/satelites/landsat>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

IPSA. Sistematização da leitura da realidade municipal para o Plano Diretor de Petrolina. **Instituto de Pesquisas Sociais Aplicadas – IPSA**. 2005.

LIU, X.; PETERSON, J.; ZHANG, Z. High-Resolution DEM Generated from LiDAR Data for Water Resource Management. **Centre for GIS**, School of Geography and Environment Science Monash University. 2005.

MAGALHÃES, I. L.; THIAGO, C. R. L.; AGRIZZI, D. V.; SANTOS, A. R. Uso de geotecnologias para mapeamento de áreas de risco de inundação em Guaçuí, ES: uma análise comparativa entre dois métodos. **Cadernos de Geociências**, v. 8, n. 2, p. 63-70, 2011.

MUNIZ FILHO, A. Juazeiro (BA) e Petrolina (PE) - cidades médias fronteiriças no Sertão do São Francisco, Brasil. **Terr@Plural**, Ponta Grossa, v.14, p. 1-21, e2013360.031, DOI: 10.5212. 2020.

NUNEZ-ELISEA, R.; DAVENPORT, T. L. Effect of leaf age, duration of coal temperature treatment, and photoperiod on bud dormancy release in floral initiation of mango. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 62, p. 63-73, 1995.

OCCHIPINTI, A. G.; SANTOS, P. M. Relações entre as precipitações máximas de “um dia” e de “24 horas” na cidade de São Paulo. **Instituto Astronômico e Geofísico, USP**. São Paulo, 26p, 1966.

PDDU. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano – Petrolina. Estado de Pernambuco. Recife: **SEPLAN**, v.2. 1983.

PETROLINA. Lei Municipal nº 03/1984. Dispõe sobre o Zoneamento do Município. **Petrolina**. 1984.

PETROLINA. Plano Diretor Participativo. Lei Complementar nº 034/2022. **Prefeitura de Petrolina**. 2022.

PETROLINA. Revisão do Plano Diretor de Petrolina e da Legislação Urbanística Básica. Diagnóstico Técnico. **Prefeitura de Petrolina**. 2018.

PLANALTO. Lei nº 12.608/2012. **Presidência da República – Secretaria Geral**. 2012a. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12608.htm)>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

PLANALTO. Lei nº 12.651/2012. **Presidência da República – Secretaria Geral**. 2012b. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm)>. Acesso em: 23 de novembro de 2021.

PLANALTO. Lei nº 12.727/2012. **Presidência da República – Secretaria Geral**. 2012c. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12727.htm)>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

QGIS. Descubra o QGIS. **QGIS**. 2021. Disponível em: <[https://qgis.org/pt\\_BR/site/about/features.html](https://qgis.org/pt_BR/site/about/features.html)>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

SHI, X.; GIROD, L.; LONG, R.; DEKETT, R.; PHILIPPE, J.; BURKE, T. A comparison of LiDAR-based DEMs and USGS-sourced DEMs in terrain analysis for knowledge-based digital soil mapping. **Geoderma**, v. 170, p. 217-226. 2012.

SOBRINHO. T.A.; OLIVEIRA. P.T.S.; RODRIGUES. D.B.B.; AYRES. F.B. Delimitação Automática de Bacias Hidrográficas utilizando dados SRTM. **Engenharia Agrícola**. Jaboticabal, v.30, n.1, pg 46-57, 2010.

TURCOTTE, R. *et. al.* Determination of the drainage structure of a watershed using a digital elevation model and a digital river and lake network. **J. Hidrol.**, Wellington North, v.240, p.225-242, 2001.

WALESH, S. G. Urban Surface Water Management. **New York: John Wiley & Sons, Inc.**, 518p. 1989.