

Elaboração do Plano e Projetos de Macro drenagem Petrolina/PE

PRODUTO P10 – MINUTA DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

PLANO DE MACRODRENAGEM



Recife/PE

Abril, 2025

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 P10 – MINUTA DO RELATÓRIO TÉCNICO FINAL

PLANO DE MACRODRENAGEM

Apoio Técnico



Recife/PE

Abril, 2025

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 10 – Minuta do Relatório Técnico Final (Plano de Macrodrenagem), **quinto 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 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.

Assim, esta minuta do Relatório Técnico Final, referente ao Produto 10, abrange a apresentação do Plano de Macrodrenagem de Petrolina, a partir da consolidação dos estudos e trabalhos desenvolvidos nas etapas anteriores.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa de localização de Petrolina.	11
Figura 2. Definição das bacias da área urbana da sede de Petrolina-PE.....	12
Figura 3. Identificação dos bairros do município de Petrolina-PE de acordo com as bacias.	13
Figura 4. Rede de drenagem da região urbanizada	14
Figura 5. Canal São José.....	16
Figura 6. Canal do Alto Cheiroso.	17
Figura 7. Canal Henrique Leite.	18
Figura 8. Riacho do Batalhão.....	19
Figura 9. Riacho Pau Ferro.....	20
Figura 10. Canal da Av. da Redenção.	20
Figura 11. Lagoa Dom Avelar	21
Figura 12. Lagoa São Joaquim	21
Figura 13. Lagoas do Jatobá	22
Figura 14. Canal Dom Malan.	23
Figura 15. Canal da Av. João Campos.	23
Figura 16. Riacho das Porteiras.....	24
Figura 17. Canal do João de Deus.....	25
Figura 18. Canal do Grande Rio.	25
Figura 19. Canal do Massangano.	26
Figura 20. Riacho da Vitória.....	27
Figura 21. Canal da Av. Tapuio.	27
Figura 22. Canal do bairro Jardim Petrópolis.	28
Figura 23. Percentual de cobertura do sistema de microdrenagem de Petrolina.....	30
Figura 24. Levantamento do sistema de drenagem – Malha Viária do Município de Petrolina/PE.....	31
Figura 25. Precipitação média mensal em Petrolina de 1981 a 2021.....	2
Figura 26. Precipitações totais anuais em Petrolina.....	2
Figura 27. Valores máximos de chuvas diárias anuais em Petrolina.....	3
Figura 28. Quantidade de dias de chuva por ano em Petrolina.	3
Figura 29. Curva Intensidade - Duração - Frequência do município de Petrolina.....	5
Figura 30. Vazões simuladas para o Tempo de Retorno de 50 anos	6
Figura 31. Vazões simuladas na Bacia 01	7
Figura 32. Vazões simuladas na Bacia 02	8
Figura 33. Vazões simuladas na Bacia 03	9
Figura 34. Vazões simuladas na Bacia 04	10

Figura 35. Vazões simuladas na Bacia 05	11
Figura 36. Vazões simuladas na Bacia 06	12
Figura 37. Vazões simuladas na Bacia 07	13
Figura 38. Impactos das chuvas no ano de 2004	14
Figura 39. Problemas de macrodrenagem identificados.	15
Figura 40. Principais trechos críticos identificados.	16
Figura 41. Lagoa já existente na área urbana de Petrolina (Lagoa Dom Avelar).....	29
Figura 42. Leitos (calhas) de um rio.....	30
Figura 43. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de riachos.	31
Figura 44. Passagens configuradas como pontos de estrangulamento.	32
Figura 45. Exemplos de riachos com calha alargada de forma naturalizada.	33
Figura 46. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de canais.....	33
Figura 47. Alagamento na Av. Mar da Tasmânia por insuficiência de microdrenagem.....	34
Figura 48. Parâmetros para a definição de APP's em rios, riachos e lagoas.	35
Figura 49. Exemplos de parques urbanos implantados em APP's.	36
Figura 50. Delimitação de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações.....	37
Figura 51. Pontos críticos na Bacia 02.....	39
Figura 52. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 02	42
Figura 53. Redução de área inundável a partir da revitalização do Riacho das Porteiras. ...	45
Figura 54. Revitalização de riachos em duas calhas	46
Figura 55. Barramentos existentes na Bacia 03.....	46
Figura 56. Medidas propostas relacionadas ao Canal João de Deus.....	47
Figura 57. Medidas propostas para o Canal do Vale do Grande Rio.....	48
Figura 58. Medidas propostas relacionadas Canal Dom Malan.	49
Figura 59. Principais medidas propostas para a Bacia 03.....	50
Figura 60. Trecho final a ser implementado no canal do Alto Cheiroso.....	54
Figura 61. Trecho crítico no Canal do São José	55
Figura 62. Sistema de lagoas do Jatobá.....	56
Figura 63. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 04	57
Figura 64. Revitalização da Lagoa São Joaquim e Canal da Av. Redenção	59
Figura 65. Ações recomendadas para o trecho crítico no talvegue principal da bacia 05.....	60
Figura 66. Ações recomendadas para o trecho final de jusante da bacia 05.....	62
Figura 67. Revitalização de calha de canal e de galerias subterrâneas, e implantação de lagoa no Bairro Henrique Leite	63
Figura 68. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 05	64
Figura 69. Trecho crítico no Riacho Pau Ferro com concentração de edificações irregulares sobre o talvegue natural	67

Figura 70. Revitalização das Lagoas Topázio e integração com o Riacho Pau Ferro.	68
Figura 71. Implantação da Lagoa Dom Avelar e integração com o Riacho Pau Ferro.....	69
Figura 72. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 06	70
Figura 73 - Reservatórios de retenção de resíduos sólidos.....	75
Figura 74. Filmagem de trecho de canal fechado.	76
Figura 75. Sensores de nível de alagamentos em logradouros.....	77
Figura 76. Processo de retenção com eco barreiras.	77
Figura 77. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.	87
Figura 78. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.	88
Figura 79. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.	89
Figura 80. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04.	90
Figura 81. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05	91
Figura 82. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.	92
Figura 83. Quantidade de edificações em situação de risco.	94
Figura 84. Quantidade de edificações em situação de risco por bacia e faixa de risco.	94
Figura 85. Índice de benefício direto das ações por Bacia.	95
Figura 86. Edificações em situação de risco.	96
Figura 87. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.	97
Figura 88. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 02.....	98
Figura 89. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.	99
Figura 90. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 03.....	99
Figura 91. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.	101
Figura 92. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 04.....	102
Figura 93. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.	103
Figura 94. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 05.....	104
Figura 95. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.	105
Figura 96. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 06.....	106
Figura 97. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.....	108
Figura 98. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.....	109
Figura 99. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.....	110
Figura 100. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.....	111
Figura 101. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.....	112
Figura 102. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.....	113

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características correspondentes as principais redes de drenagem.....	13
Tabela 2. Características correspondentes as principais redes de drenagem.....	15
Tabela 3. Aspectos gerais da drenagem urbana na cidade de Petrolina/PE.	29
Tabela 4. Dados referentes a estação pluviométrica de Petrolina.....	1
Tabela 5. Precipitação média mensal de série de 41 anos em Petrolina.....	1
Tabela 6. Dados de precipitação e intensidade em função do tempo de duração de chuva e de retorno do município de Petrolina	5
Tabela 7. Vazões de pico simuladas nas bacias hidrográficas.....	6
Tabela 8. Indicação de manutenção na macrodrenagem.....	23
Tabela 9. Medidas Propostas para a Bacia 02.....	43
Tabela 10. Localização dos barramentos existentes na Bacia 03	47
Tabela 11. Medidas propostas para a Bacia 03	51
Tabela 12. Medidas Propostas para a Bacia 04.....	58
Tabela 13. Medidas Propostas para a Bacia 05.....	65
Tabela 14. Medidas Propostas para a Bacia 06.....	71
Tabela 15. Medidas Propostas para os Núcleos Urbanos.....	74
Tabela 16. Proposta de Gestão de Manutenção por Bacias Hidrográficas.....	81
Tabela 17. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.	87
Tabela 18. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.....	88
Tabela 19. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.....	89
Tabela 20. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04.....	90
Tabela 21. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05.....	91
Tabela 22. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.....	92
Tabela 23. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Custo das ações.	93
Tabela 24. Índice de benefício direto das ações por Bacia.	95
Tabela 25. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.....	97
Tabela 26. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.....	99
Tabela 27. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.....	101
Tabela 28. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.....	103
Tabela 29. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.....	105
Tabela 30. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Benefício das ações.	107
Tabela 31. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.....	108
Tabela 32. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.....	109
Tabela 33. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.....	110

Tabela 34. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.....	111
Tabela 35. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.....	112
Tabela 36. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.....	113
Tabela 37. Ordem de prioridade dos trechos.....	114
Tabela 38. Custo e potencial de redução de riscos das ações por horizonte de implantação.	116
Tabela 39. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 1....	117
Tabela 40. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 2....	117
Tabela 41. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 3....	117
Tabela 42. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 4....	117
Tabela 43. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 5....	118
Tabela 44. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 6....	118
Tabela 45. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 7....	118
Tabela 46. Horizonte temporal de implementação de outras ações propostas.	118

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	i
LISTA DE FIGURAS	ii
LISTA DE TABELAS.....	v
SUMÁRIO.....	vii
1 INTRODUÇÃO	9
2. ÁREA E LOCALIZAÇÃO	11
3 HIDROGRAFIA DA ÁREA URBANA	12
3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS	12
3.2 REDE DE MACRODRENAGEM	14
3.3 REDE DE MICRODRENAGEM	29
4 ASPECTOS HIDROLÓGICOS	1
4.1 PLUVIOMETRIA	1
4.2 EQUAÇÃO IDF	4
4.3 ESCOAMENTO SUPERFICIAL	6
5 PROBLEMÁTICA DA MACRODRENAGEM EM PETROLINA	14
5.1 PROBLEMAS EXISTENTES	14
5.3 PRINCIPAIS TRECHOS CRÍTICOS	16
6 DIRETRIZES DE INTERVENÇÃO DO PLANO	17
6.1 PRINCÍPIOS E DIRETRIZES GERAIS DE INTERVENÇÃO.....	17
6.2 DIRETRIZES BÁSICAS DE INTERVENÇÃO	19
7 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES IMEDIATAS E/OU EMERGENCIAIS.....	21
7.1 INDICAÇÕES DE ORDEM OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM.....	21
7.2 RECOMENDAÇÕES DE ÁREAS DE OCUPAÇÃO RESTRITA.....	27
7.3 COTAS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS.....	27
8 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PRIORITÁRIAS – TRECHOS CRÍTICOS.....	28
8.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS MEDIDAS PROPOSTAS	29
8.2 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 01	38
8.3 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 02	39
8.4 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 03	44
8.5 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 04	54
8.6 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 05	59
8.7 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 06	67

8.8 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 07	73
8.9 MEDIDAS PROPOSTAS - NÚCLEOS URBANOS ISOLADOS	74
8.10 OUTRAS MEDIDAS PROPOSTAS	75
9 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES SISTEMÁTICAS.....	78
9.1 MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE CONTROLE SOCIAL E URBANO...	78
9.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO	78
9.3 CONTROLE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO.....	80
9.4 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM.....	80
9.5 IMPLEMENTAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES DE DRENAGEM URBANA	82
9.6 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO HIDROAMBIENTAL.....	82
9.7 PLANO DE CONTINGÊNCIA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – PLANCON	84
9.8 MANUAL DE DRENAGEM	85
9.9 PROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM...	85
10 HIERARQUIA DAS AÇÕES PROPOSTAS	86
10.1 PRIORIDADE DAS AÇÕES EM RELAÇÃO AO CUSTO.....	87
10.2 PRIORIDADE DAS AÇÕES EM RELAÇÃO AO BENEFÍCIO	94
10.3 HIERARQUIA DE PRIORIDADE DAS AÇÕES	108
11 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES	115
REFERÊNCIAS	119
LISTA DE ANEXOS	131

1 INTRODUÇÃO

Com o presente produto pretende-se apresentar a minuta do Plano de Macrodrenagem do município de Petrolina/PE. O Plano está estruturado em 12 seções, considerando os principais resultados obtidos ao longo do seu processo de desenvolvimento, consolidando assim a minuta do Plano de Macrodrenagem, com a seguinte estrutura:

- **Seções 2 a 5:** Apresentam as principais informações necessárias para a caracterização do município de Petrolina no que diz respeito à drenagem urbana, incluindo o diagnóstico dos principais problemas e trechos críticos existentes. Estas seções correspondem à consolidação dos resultados apresentados no Produto 04 - Relatório Parcial III - Análise e diagnóstico da situação atual;
- **Seção 06:** Apresenta as diretrizes básicas de ações estruturais e não estruturais para composição do Plano Diretor de Macrodrenagem do município, abrangendo as bacias da macrozona urbana da sede municipal e dos núcleos urbanos na macrozona rural. Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 05 - Relatório Parcial IV – Recomendações de ações imediatas e diretrizes básicas de ações estruturais e não estruturais;
- **Seção 07:** Apresenta as recomendações de ações imediatas no sistema de macrodrenagem de Petrolina/PE. Isto inclui indicações de ordem operacional e de manutenção nos sistemas de drenagem, correções ou adaptações de obras ou projetos de drenagem em curso no município, além de projetos emergenciais. Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 05 - Relatório Parcial IV – Recomendações de ações imediatas e diretrizes básicas de ações estruturais e não estruturais;
- **Seção 08:** Apresenta a recomendação de ações prioritárias para a mitigação dos problemas de drenagem urbana existentes, sobretudo nos trechos críticos. Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 06 - Relatório Parcial V - Proposta de ações prioritárias;
- **Seção 09:** Apresenta as ações sistemáticas propostas para o sistema de macrodrenagem de Petrolina/PE, a partir da consolidação dos estudos desenvolvidos nas etapas anteriores. As ações sistemáticas são constituídas de programas e ações não estruturais aplicadas em cada uma das bacias urbanas, intervindo de forma

permanente no sistema de macrodrenagem do município. Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 07 - Relatório Parcial VI – Proposta de ações sistemáticas;

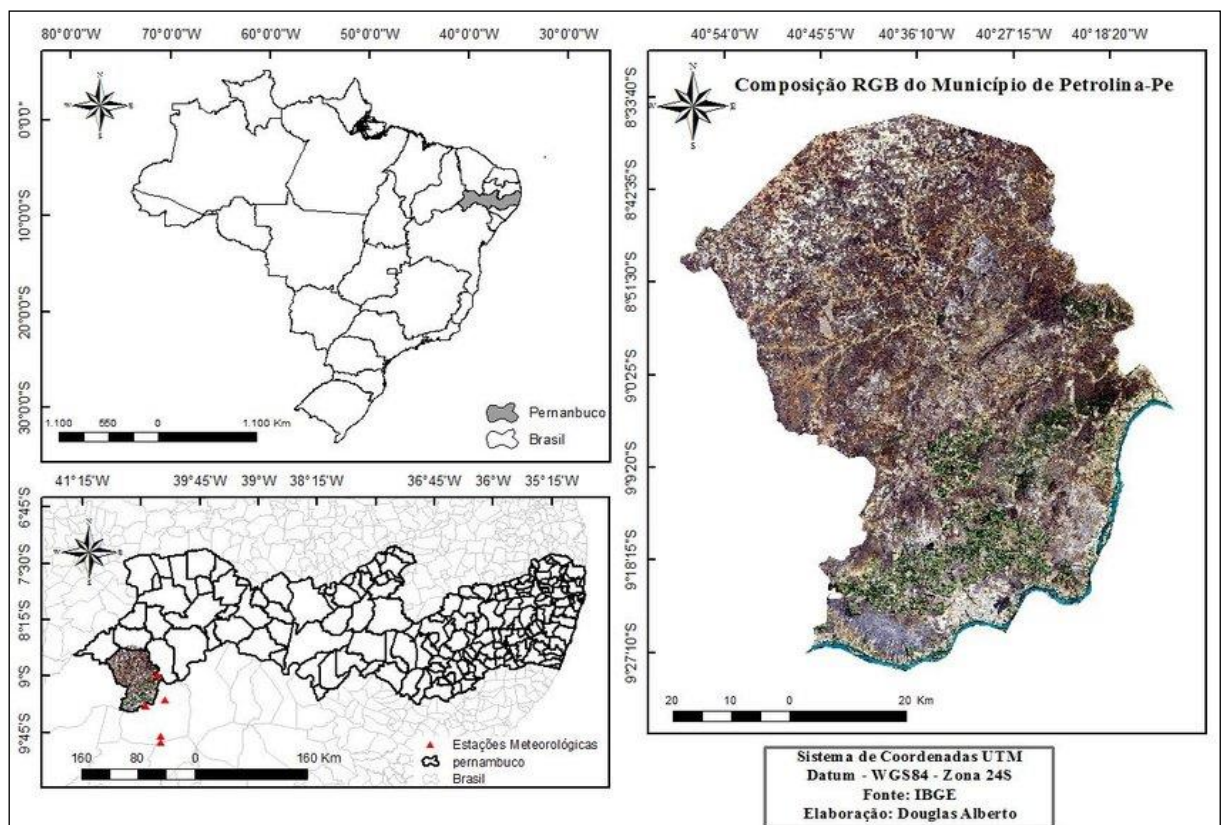
- **Seção 10:** Apresenta a ordem de prioridade (hierarquia) das ações propostas em função dos seus respectivos custos e benefícios. Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 06 - Relatório Parcial V – Plano de ação / Proposta de ações prioritárias;
- **Seção 11:** Apresenta o cronograma de implementação das ações propostas, considerando o seu enquadramento em horizontes temporais (curto prazo, médio prazo e longo prazo). Esta seção corresponde à consolidação de resultados apresentados no Produto 06 - Relatório Parcial V - Plano de ação / Proposta de ações prioritárias.

2. ÁREA E LOCALIZAÇÃO

O município de Petrolina localiza-se no Estado de Pernambuco e possui uma área de 4561,87 km², situando-se a 09° 23' 55" de latitude sul e 40° 30' 03" de longitude oeste, estando a 712 km a oeste da capital estadual (Figura 1). Petrolina está inserida na microbacia menor do Riacho do Pontal, inserida na macrobacia hidrográfica do Rio São Francisco, além do grupo de Bacias de Pequenos Rios Interiores. Todos seus cursos d'água, com exceção do São Francisco, são intermitentes e têm como padrão de drenagem o dendrítico.

O município se localiza na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja, unidade que é formada pelas principais características do semiárido nordestino. Seu relevo é marcado por uma superfície de pediplanação muito monótona, sendo predominantemente suave-ondulado e atravessado por vales estreitos com vertentes dissecadas. Na linha do horizonte, também pontuam elevações residuais, cristas com/sem outeiros.

Figura 1. Mapa de localização de Petrolina.



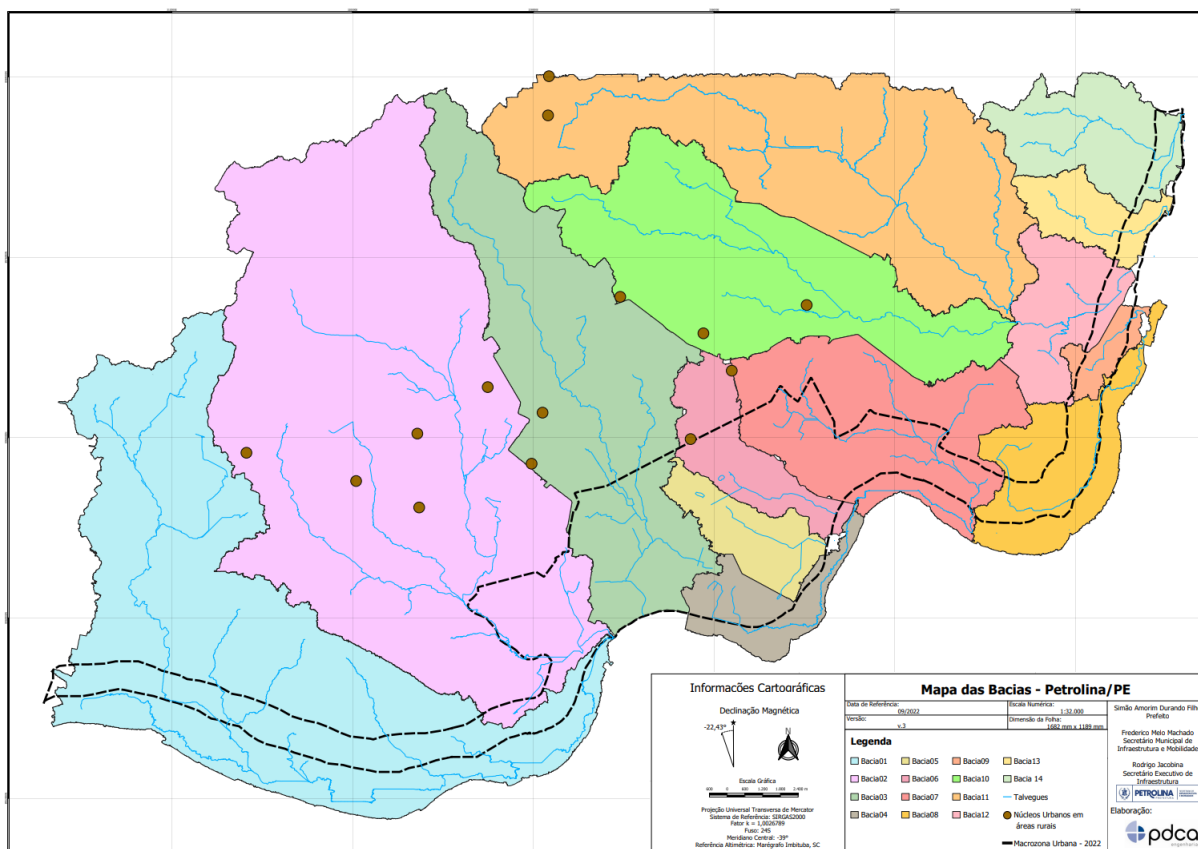
Fonte: PDCA (2022).

3 HIDROGRAFIA DA ÁREA URBANA

3.1 BACIAS HIDROGRÁFICAS

No processo de elaboração do presente Plano de Macrodrenagem, foram delimitadas as bacias da área urbana da sede do município de Petrolina, considerando dados de urbanização do ano de 2022, definida pelo Plano Diretor Participativo, Lei Complementar nº 034/2022. 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 (Figura 2). Dentre estas, apenas 04 bacias se apresentam em estado de urbanização consolidada (bacias 02 a 06), 02 bacias se situam em estágio de urbanização inicial, ainda que incipiente (bacias 01 e 07), e as demais bacias não apresentam indícios de urbanização (bacias 08 a 14).

Figura 2. Definição das bacias da área urbana da sede de Petrolina-PE.



Fonte: PDCA (2022).

Sendo assim, considerando apenas as principais bacias relacionadas com a ocupação urbana em Petrolina, seja ocupação já consolidada ou em processo inicial de urbanização, têm-se abaixo a lista de bacias hidrográficas adotadas enquanto áreas para a proposição de medidas no contexto do presente Plano de Macrodrenagem (Tabela 1). A Figura 3 representa

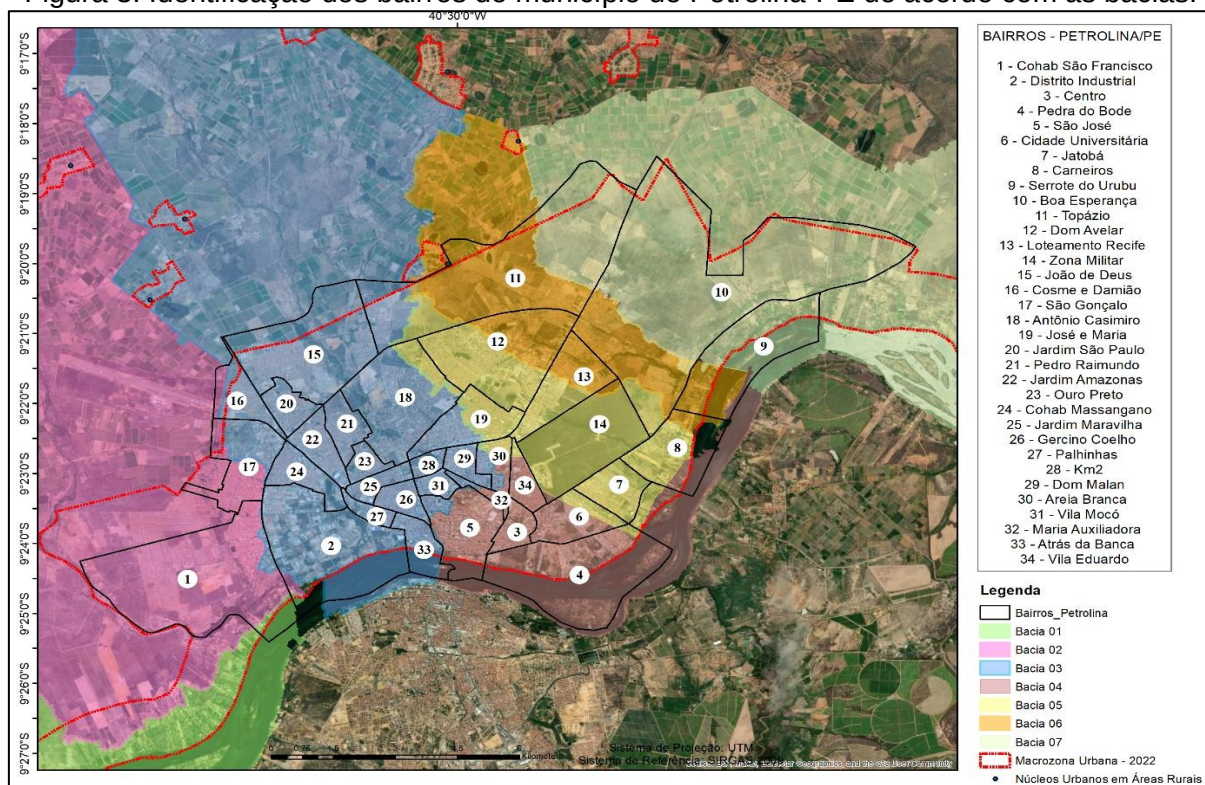
a identificação dos bairros de acordo com as bacias delimitadas para auxiliar na identificação dos setores e assim auxiliar na tomada de decisão, considerando o Plano Diretor Participativo, Lei Complementar nº 034/2022. Por sua vez, a rede de macrodrenagem relacionada às referidas bacias é apresentada na subseção seguinte.

Tabela 1. Características correspondentes as principais redes de drenagem.

BACIA ID	BACIA NOME	ÁREA (km²)	PERÍMETRO (km)
1	Bacia do Riacho Vitória (Curso Principal);	211,44	174,00
2	Bacia do Riacho Vitória (Afluente);	290,56	151,72
3	Bacia do Riacho das Porteiras;	125,46	115,72
4	Bacia do Alto Cheiroso e Canal do São José;	19,92	44,24
5	Bacia do Riacho do Batalhão;	18,65	37,59
6	Bacia do Riacho Pau Ferro;	24,30	40,84
7	Bacia 07.	73,29	73,70

Fonte: PDCA (2022).

Figura 3. Identificação dos bairros do município de Petrolina-PE de acordo com as bacias.

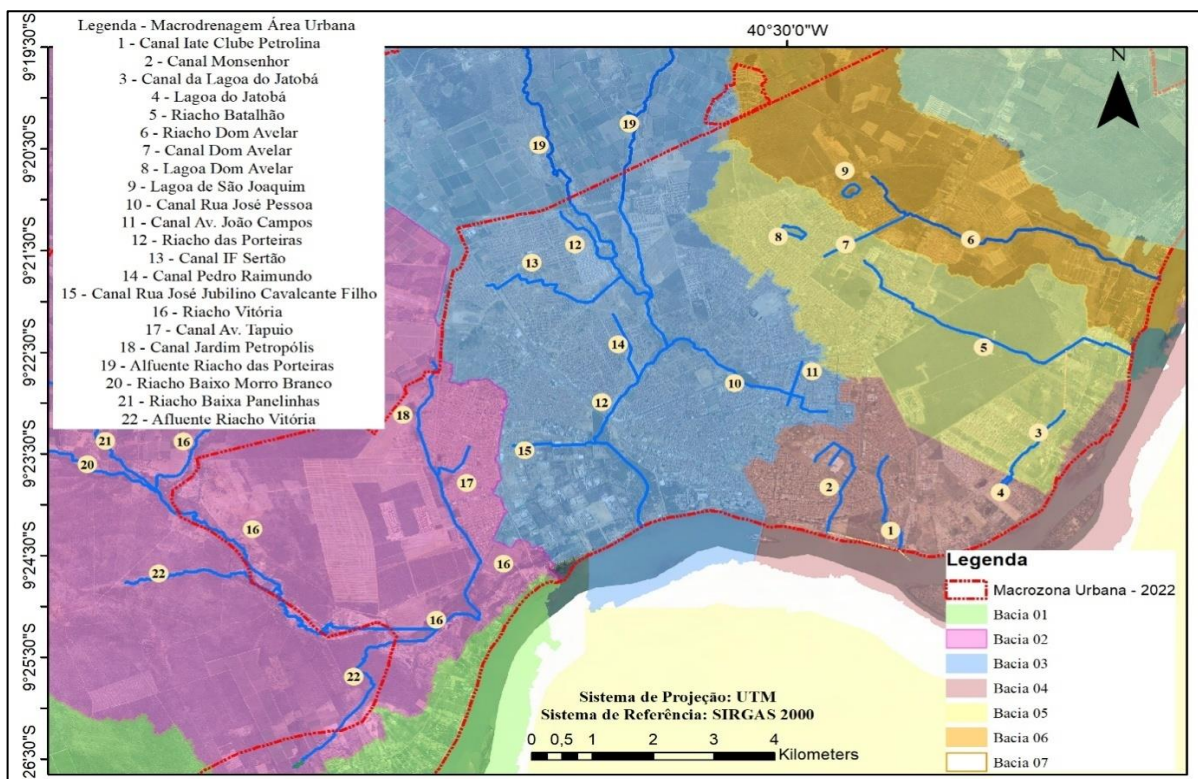


Fonte: PDCA (2022).

3.2 REDE DE MACRODRENAGEM

O levantamento topográfico realizado no contexto de elaboração do Plano abrangeu o cadastro de 4 riachos e 12 canais que fazem parte do sistema de macrodrenagem localizado na área urbana do município de Petrolina-PE, os quais são apresentados na Figura 4 e caracterizados ao longo desta seção do documento.

Figura 4. Rede de drenagem da região urbanizada



Fonte: PDCA (2022), imagem adaptada do Google Earth.

Tabela 2. Características correspondentes as principais redes de drenagem.

DRENAGEM	EXTENSÃO (km)	LOCALIZAÇÃO
Canal Avenida Tapuio	0,33	Bacia 02
Canal Jardim Petrópolis	2,06	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 Avenida João Campos	0,83	Bacia 03
Canal Pedro Raimundo	1,29	Bacia 03
Canal IF Sertão	2,96	Bacia 03
Canal Rua José Junilino Cavalcante Filho	1,41	Bacia 03
Canal Rua José Pessoa	1,84	Bacia 03
Afluente Riacho das Porteiras	2,31	Bacia 03
Afluente Riacho das Porteiras	4,93	Bacia 03
Afluente Riacho das Porteiras	7,10	Bacia 03
Riacho das Porteiras	35,48	Bacia 03
Canal Iate Clube Petrolina	1,97	Bacia 04
Canal Mon Senhor	2,75	Bacia 04
Riacho Batalhão	5,42	Bacia 05
Canal da Lagoa do Jatobá	1,59	Bacia 05
Riacho Dom Avelar	5,84	Bacia 06
Canal Dom Avelar	1,54	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
Afluente Riacho Imburana	5,96	Bacia 11
Afluente Riacho Imburana	4,11	Bacia 11
Afluente Riacho Imburana	6,03	Bacia 11
Afluente Riacho Imburana	0,89	Bacia 11
Afluente Riacho Imburana	6,45	Bacia 11
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).

Canal São José: Inserido na bacia 4 da área urbana de Petrolina, o canal 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 Iate Clube Petrolina, passando ainda por uma lagoa natural, e desaguando no Rio São Francisco (Figura 5). O canal do São José tem uma área de drenagem estimada em 3,90 km², e uma extensão com cerca de 1.708,18 m. Sua calha é toda em leito natural com início na av. da Integração, desenvolvendo-se por dentro de quadras viárias até a jusante no rio São Francisco nas proximidades do Iate Clube de Petrolina.

Figura 5. Canal São José.



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

Canal do Alto Cheiroso: Inserido na bacia 4 da área urbana de Petrolina, o canal artificial do Alto Cheiroso tem início em dois pontos: 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 (Figura 6). O canal segue pelas avenidas até chegar na Av. Sen. Darcí Ribeiro, onde passa pela Rua Floriano Peixoto até chegar na Av. Monsenhor Ângelo Sampaio. Desta avenida, o canal segue até a Tr. Dr. Júlio de Melo, que deságua em um trecho natural de riacho, seguindo ao Rio São Francisco.

Figura 6. Canal do Alto Cheiroso.



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

Canal Henrique Leite: O canal do Henrique Leite tem início na Avenida Antônio dos Santos, paralela a 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 (Figura 7). O canal do Henrique Leite tem uma extensão de aproximadamente 590,00 m inserido numa bacia drenante de cerca de 3,50 km². Desenvolve-se todo em leito natural com início nas proximidades av. Antônio dos Santos, indo até a lagoa do Henrique Leite. Na imagem (Figura 6) se constata que seu traçado se desenvolve dentro de quadras viárias.

Figura 7. Canal Henrique Leite.

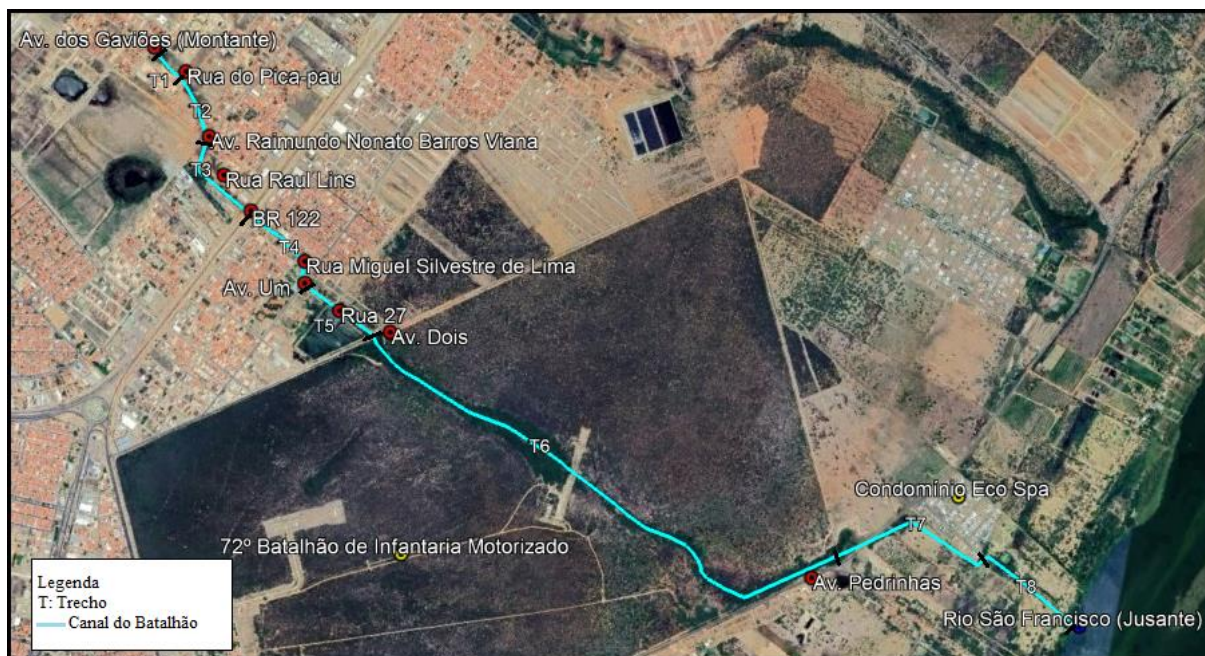


Fonte: PDCA (2022), imagem adaptada do Google Earth.

Riacho do Batalhão: Esse riacho tem início na Av. dos Gaviões, com traçado no interior de várias quadras viárias, incluindo o interior do terreno onde se localiza uma unidade das forças armadas, daí a denominação dele, indo desaguar no rio São Francisco. Na figura 8, verifica-se a localização e traçado do canal, ressaltando que esse riacho se apresenta quase todo em leito natural. No trecho inicial, esse riacho não apresenta uma calha definida no seu trajeto podendo vir a ser contemplado dentro de um programa de implantação de sistemas de micro drenagem que viabilizará o escoamento superficial, quando da ocorrência das chuvas, nos logradouros do entorno. Esse riacho tem uma área hidrográfica de 15,89 km²

aproximadamente e sua extensão total é cerca de 4,27 km. Possui um trecho revestido com cerca de 208,00 m e quase todo localizado na rua Miguel Silvestre de Lima, bairro Loteamento Recife. Divide-se em um setor fechado com laje de concreto (cerca de 40,00 m) e outro aberto.

Figura 8. Riacho do Batalhão.



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

Riacho Pau Ferro: Inserido na bacia 6 da área urbana de Petrolina, o riacho Pau Ferro localiza-se nos bairros Dom Avelar e Boa Esperança, e deságua no Rio São Francisco (Figura 9). Tem início no bairro Dom Avelar, a alguns metros da Av. da Fertilidade, próximo a lagoa Dom Avelar. O riacho segue até a Av. da Redenção, onde recebe a contribuição do canal da Av. da Redenção. O riacho cruza a 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. O riacho Pau Ferro tem cerca de 7,02 km e todo seu leito se apresenta natural desde o início no perímetro urbano na av. da Fertilidade até a foz no rio São Francisco. Com aproximadamente 5 travessias com bueiros, há trechos com necessidade de definição de calha, inclusive como forma de prevenção de futuras ocupações.

Figura 9. Riacho Pau Ferro.



Fonte: PDCA (2022), imagem adaptada do Google Earth.

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 (Figura 10). Esse canal é o principal afluente do riacho Pau Ferro e se apresenta praticamente em leito natural com 1493,74 m de extensão. Cerca de 96,26 m dele é entubado, ou seja, abaixo do solo, com ocupações irregulares.

Figura 10. Canal da Av. da Redenção.



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

Lagoa Dom Avelar: 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 (Figura 11). A lagoa tem uma área aproximada de 57.250,64 m², com uma extremidade na Rua da Harmonia e outra na Rua da Bondade. Essa lagoa está inserida na bacia 6 da área urbana de Petrolina.

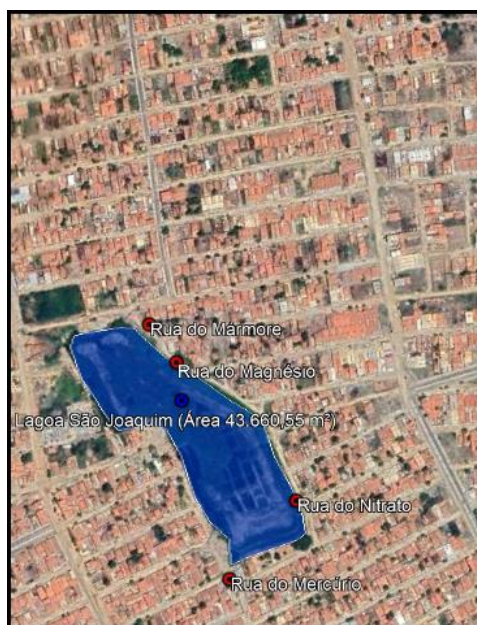
Figura 11. Lagoa Dom Avelar



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

Lagoa São Joaquim: 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 (Figura 12). A lagoa tem uma área aproximada de 43.660,55 m², com uma extremidade na Rua do Mercúrio, e outra na Rua do Mármore. Essa lagoa está inserida na bacia 5 da área urbana de Petrolina.

Figura 12. Lagoa São Joaquim



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

Lagoas do Jatobá: As lagoas do Jatobá estão localizadas entre a Rua Sucupira, a Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues e a Rod. Estrada Jatobá Carneiro (Figura 13). A lagoa tem uma área aproximada de 14.027,13 m², iniciando uma extremidade próxima à Rod. Estrada Jatobá Carneiro, com uma casa de bomba próxima, e com outra extremidade na Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues, em uma tubulação de 1000 mm, que interliga a lagoa ao canal natural. A lagoa está inserida na bacia 5 da área urbana de Petrolina.

Figura 13. Lagoas do Jatobá



Fonte: Google Earth (2022).

Canal Dom Malan: O canal 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 (Figura 14). Após essa rua, o canal segue pela Rua José Pessoa e pela Rua Manoel Félix Borges, passando paralelamente a lagoa da Av. 7 de Setembro, desaguando no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na bacia 3 da área urbana de Petrolina. O canal apresenta uma extensão total de 3383,00 m, sendo 1283,00 m revestidos (trechos abertos e fechados) e cerca de 2.100,00 m em leito natural. A parte revestida está entre a Rua dos Jasmins e a Av. João Barroso Galvão. O trecho em leito natural se desenvolve entre a Av. João Barroso Galvão até a foz no riacho das Porteiras. O canal apresenta ao todo 14 travessias sob logradouros, incluindo trechos de calha revestida e de solo natural.

Figura 14. Canal Dom Malan.



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

Canal da Av. João Campos: O canal da Av. João Campos 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. 7 de Setembro (Figura 15). Ambos os trechos deságuam no canal da Av. 7 de Setembro/Rua José Pessoa. Esse canal está inserido na bacia 3 da área urbana de Petrolina.

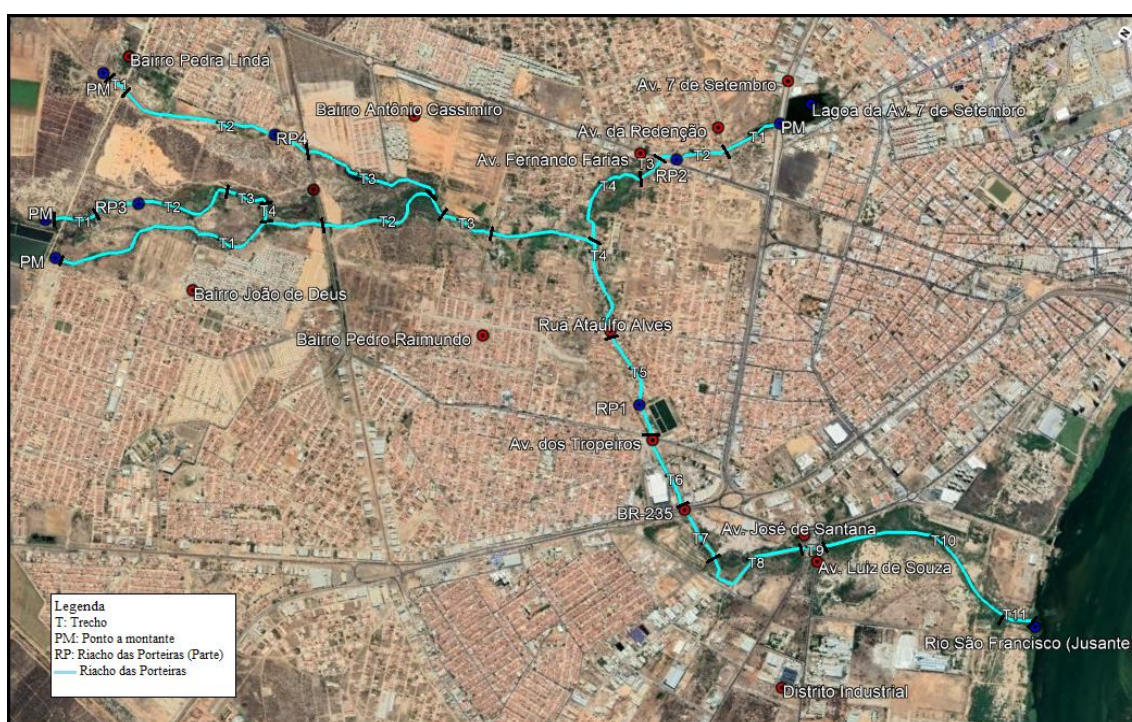
Figura 15. Canal da Av. João Campos.



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

Riacho das Porteiras: O riacho das Porteiras foi dividido em 4 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 (Figura 16). A segunda parte do riacho tem extensão de 1,5 km, tem início na Av. 7 de Setembro, e termina no bairro Antônio Cassimiro (Figura 16). A terceira parte do riacho tem extensão de 1,5 km, tem início no bairro João de Deus, e termina próximo a Av. da Fertilidade (Figura 16). A quarta parte tem extensão de 2,11 km, tem início no bairro Pedra Linda, e termina no bairro Antônio Cassimiro (Figura 16). Esse riacho está inserido na sub-bacia 3 da área urbana de Petrolina.

Figura 16. Riacho das Porteiras.



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

Canal do João de Deus: O canal que fica no bairro homônimo tem uma extensão aproximada de 2,90 km, com vários trechos revestidos. Iniciando na BR-407, com trecho revestido aberto com paredes em alvenaria de pedra, e finalizando na Rua Dezoito, com uma extensão de 579,08 m aproximadamente (Figura 17). A partir da confluência da Rua Quatorze com a Rua Dezoito se inicia um novo trecho do canal em leito natural, com uma extensão de 909,00 m, até a Rua Trinta, quando então começa um novo trecho com seção trapezoidal revestida com placas e fundo de concreto, perfazendo uma extensão de 407,00 m, finalizando esse trecho na Rua Doze. Daí se inicia o trecho final em leito natural até a jusante no riacho das Porteiras (Av. da Fertilidade) com uma extensão de 938,00 m aproximadamente.

Figura 17. Canal do João de Deus.



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

Canal do Vale do Grande Rio: O canal fica no bairro Pedro Raimundo, com extensão total de 1.224,76 m, cujo início é próximo à Rua Cília Gomes da Silva, sendo revestido fechado com placas de concreto pelo eixo da Rua Vinte e Oito (Figura 18). Em seu primeiro trecho são cerca de 990 m de canal fechado até próximo à Rua Dez, a partir de onde se inicia o trecho revestido aberto com cerca de 205,00 m, além de um pequeno trecho com aproximadamente 30,00 m em leito natural até a jusante no riacho das Porteiras. Esse canal está inserido na bacia 3 da área urbana de Petrolina.

Figura 18. Canal do Grande Rio.



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

Canal do Massangano: O canal se localiza no bairro Cohab Massangano, com uma extensão de 1378,00 m em leito natural numa área densamente ocupada (Figura 19). Desenvolve-se ao longo da Rua José Jubilino Cavalcante, passando por 5 travessias sob o pavimento, inclusive os bueiros na rua Q, na rua P e na via de acesso às Microempresas. Esse canal está inserido na bacia 3 da área urbana de Petrolina.

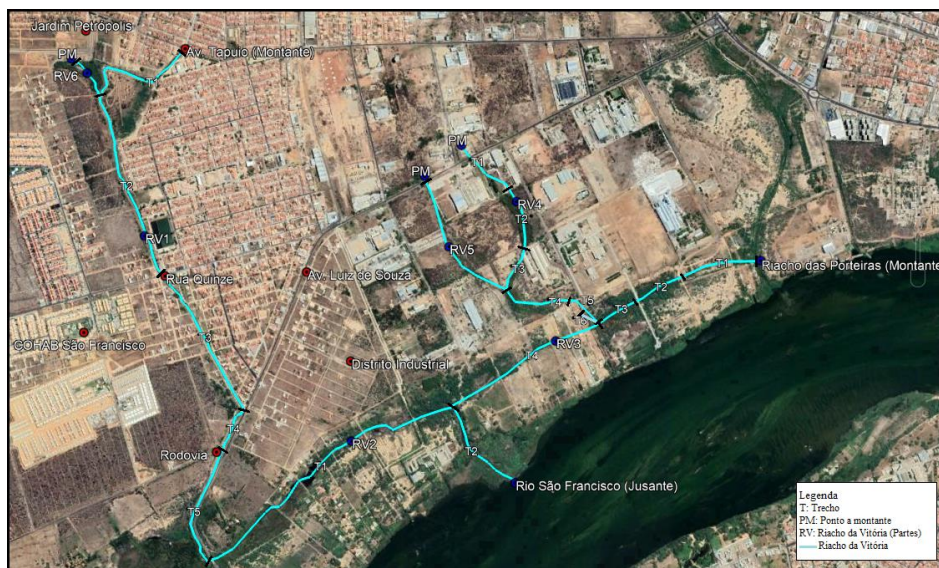
Figura 19. Canal do Massangano.



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

Riacho Vitória: O riacho da Vitória foi dividido em 6 partes para o levantamento topográfico. A primeira parte do riacho tem 3,24 km de extensão, tem início na Av. Tapuio, e termina na segunda parte do riacho, na COHAB São Francisco (Figura 20). A segunda parte do riacho tem extensão de 2,0 km, tem início na COHAB São Francisco, e termina no Rio São Francisco (Figura 20). A terceira parte do riacho tem extensão de 1,74 km, tem início no riacho das Porteiras, e termina na segunda parte do riacho, no Distrito Industrial (Figura 20). Esse riacho está inserido na bacia 2 da área urbana de Petrolina. A quarta parte tem extensão de 1,40 km, tem início na Av. Luiz de Souza, no Distrito Industrial, e termina na terceira parte do riacho, no Distrito Industrial (Figura 20). A quinta parte do riacho tem extensão de 0,73 km, tem início no Distrito Industrial, e termina na quarta parte do riacho, no Distrito Industrial (Figura 20). A sexta parte do riacho tem extensão de 0,23 km, tem início no canal do bairro Jardim Petrópolis, e termina na primeira parte do riacho (Figura 20).

Figura 20. Riacho da Vitória.



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

Canal da Av. Tapuio: Esse canal é um afluente indireto do riacho Vitória e a uma extensão de cerca de 1,25 km, tendo o leito revestido fechado iniciando na av. Tapuio com a rua 32 e finaliza na av. Tapuio com a rua Maracujá (Figura 21). 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 da 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 bacia 2 da área urbana de Petrolina.

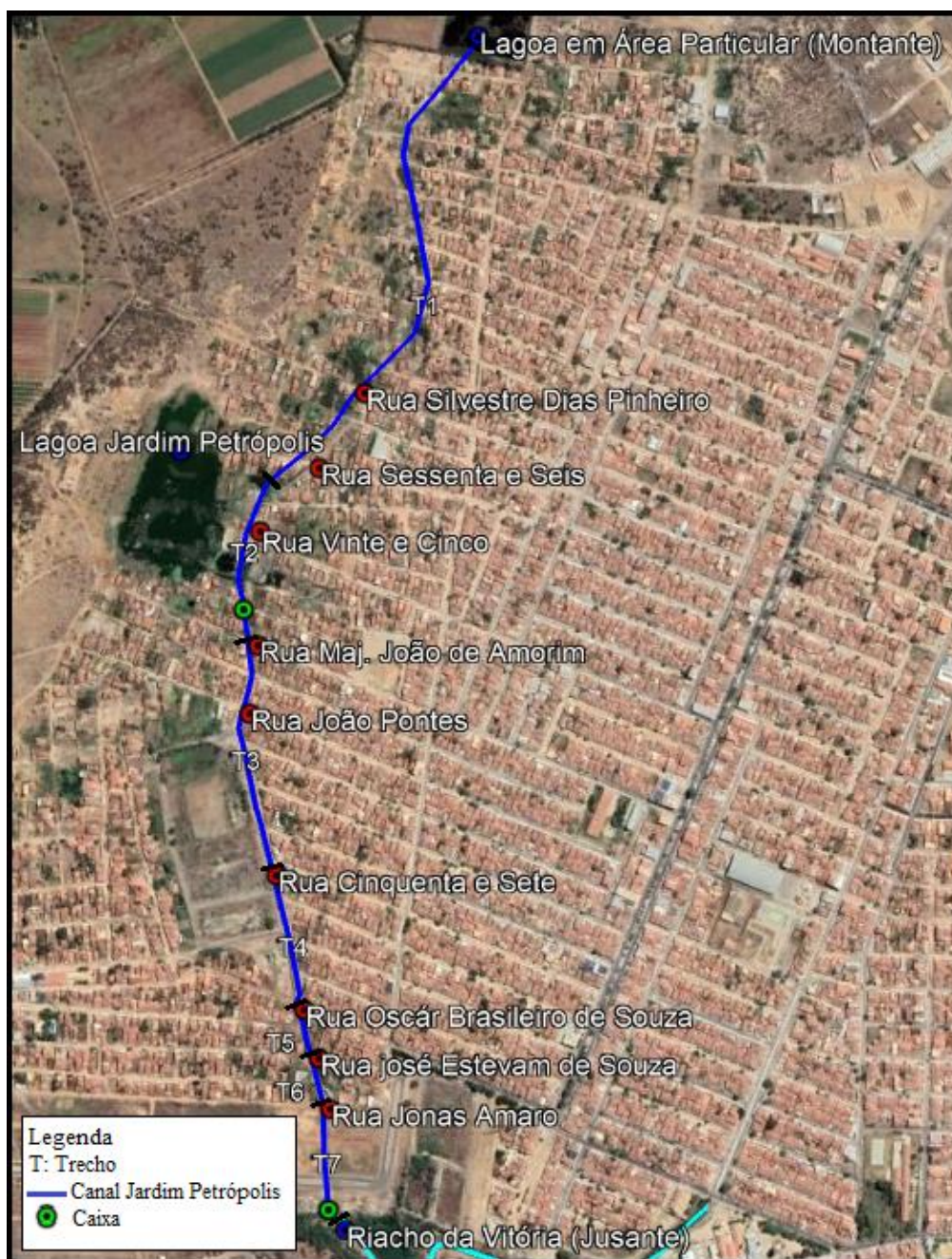
Figura 21. Canal da Av. Tapuio.



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

Canal do bairro Jardim Petrópolis: 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 (Figura 22). 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 da Vitória. Esse canal está inserido na bacia 2 da área urbana de Petrolina.

Figura 22. Canal do bairro Jardim Petrópolis.



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

3.3 REDE DE MICRODRENAGEM

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.

O panorama geral da cidade de Petrolina/PE, no que se refere ao sistema de drenagem implementado, a executar e em andamento, consta-se que os 1020,06 km das ruas existentes e levantadas na zona urbana, 965,02 km estão inseridas nas características de drenagem superficial, e 55,04 km apresentam sistemas de coleta de água definidos como profunda (Figura 23). O contexto atual e o mapa da caracterização dos sistemas de drenagem nas vias de Petrolina podem ser observados na Figura 24 e os dados gerais na Tabela 3. O referido Mapa 01/01 - Levantamento do sistema de drenagem – Malha Viária do Município de Petrolina/PE (1682mm x 1189mm) segue em anexo, para melhor visualização.

Tabela 3. Aspectos gerais da drenagem urbana na cidade de Petrolina/PE.

ZONA URBANA DE PETROLINA		
	Extensão (km)	%
Drenagem Superficial	965.02	94.6%
Drenagem Profunda	55.04	5.4%
Total de ruas levantadas	1020.06	100.0%

Fonte: PDCA (2023).

A bacia 02 apresenta um total de 171,46 km de ruas, sendo 163,06 km de sistema de drenagem superficial e 8,4 km de drenagem profunda. Apesar da baixa quantidade de ruas, a bacia 02 apresenta a maior porcentagem de vias com drenagem profunda dentre as demais avaliadas.

A bacia 03 possui um total de 489,62 km de ruas, composta por 441,99 km de sistema de drenagem superficial e 32,92 km de drenagem profunda. Essa região compreende a maior quantidade de ruas, em relação as demais bacias analisadas. Dessa forma, mais de 93% das vias possuem apenas sistema de drenagem superficial.

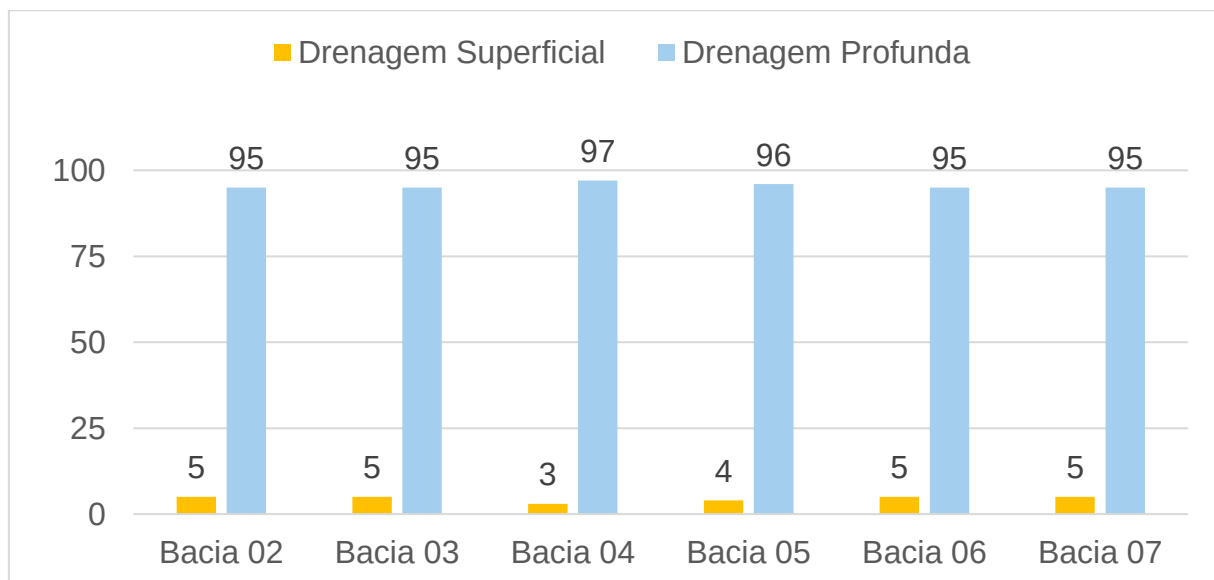
A bacia 04 apresenta um total de 110,89 km de ruas, sendo 108,06 km de sistema de drenagem superficial e 2,83 km de drenagem profunda.

A bacia 05 apresenta um total de 193,8 km de ruas, sendo 186,39 km de sistema de drenagem superficial e 7,41 km de drenagem profunda.

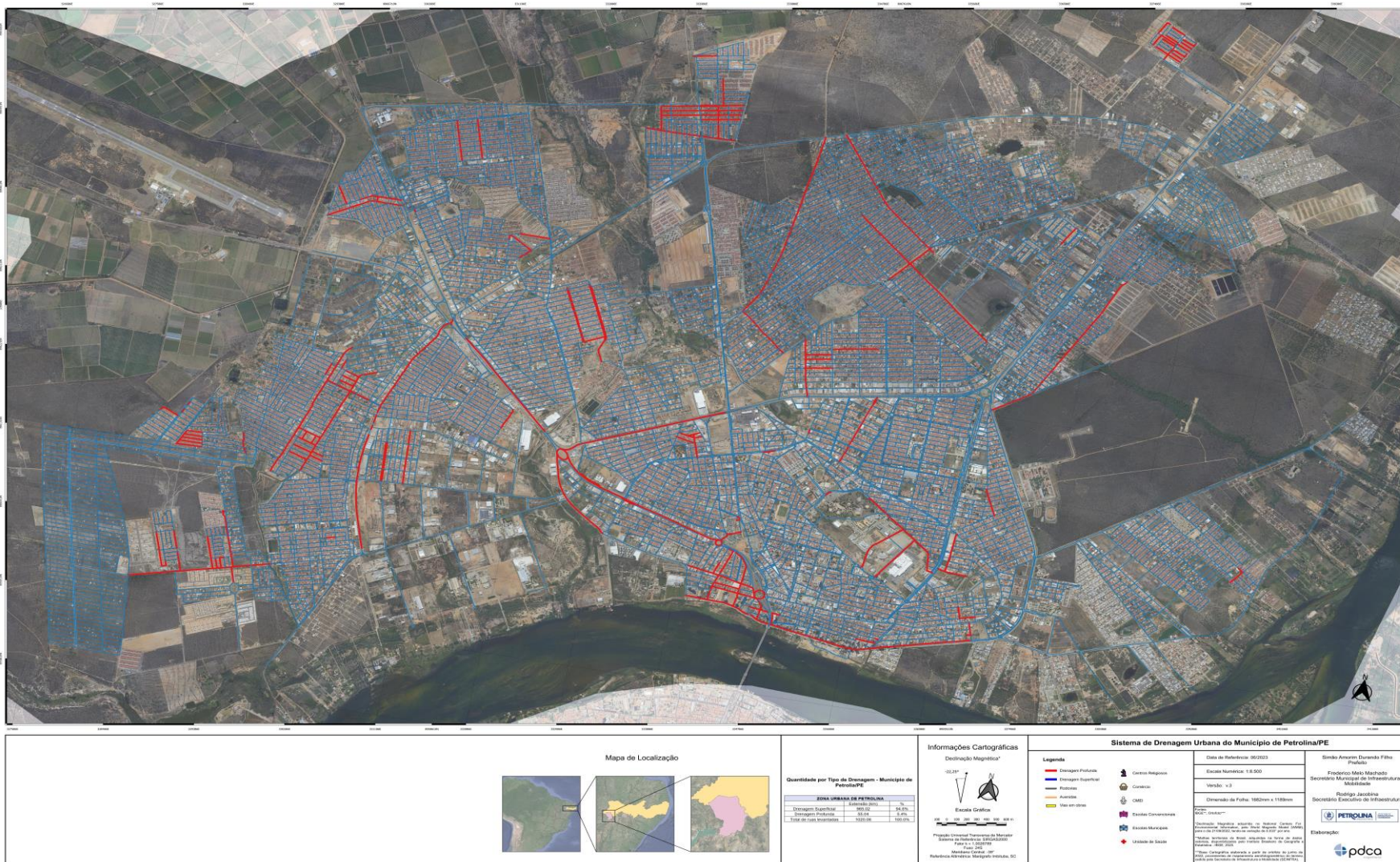
A bacia 06 tem como drenagem principal Riacho Pau Ferro, compreendendo os bairros Dom Avelar, Topázio, Vila Marcela e Loteamentos Recife e Vila Nova. Fazem parte da bacia 06, os núcleos urbanos em áreas rurais denominados N-9, C-3, N-3. A bacia 7 foi subdividida em 7 sub-bacias que compreendem os bairros Boa Esperança e Serrote do Urubu.

Por fim, as bacias 06 e 07 apresentam juntas 64,97 km de ruas, sendo 61,22 km de sistema de drenagem superficial e 3,75 km de drenagem profunda.

Figura 23. Percentual de cobertura do sistema de microdrenagem de Petrolina.



Fonte: PDCA(2023)



4 ASPECTOS HIDROLÓGICOS

4.1 PLUVIOMETRIA

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 4 as informações referentes a esta estação. Os dados abaixo, conforme a Tabela 5 e a Figura 25, 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 4. Dados referentes a estação pluviométrica de Petrolina.

Estação	Petrolina
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

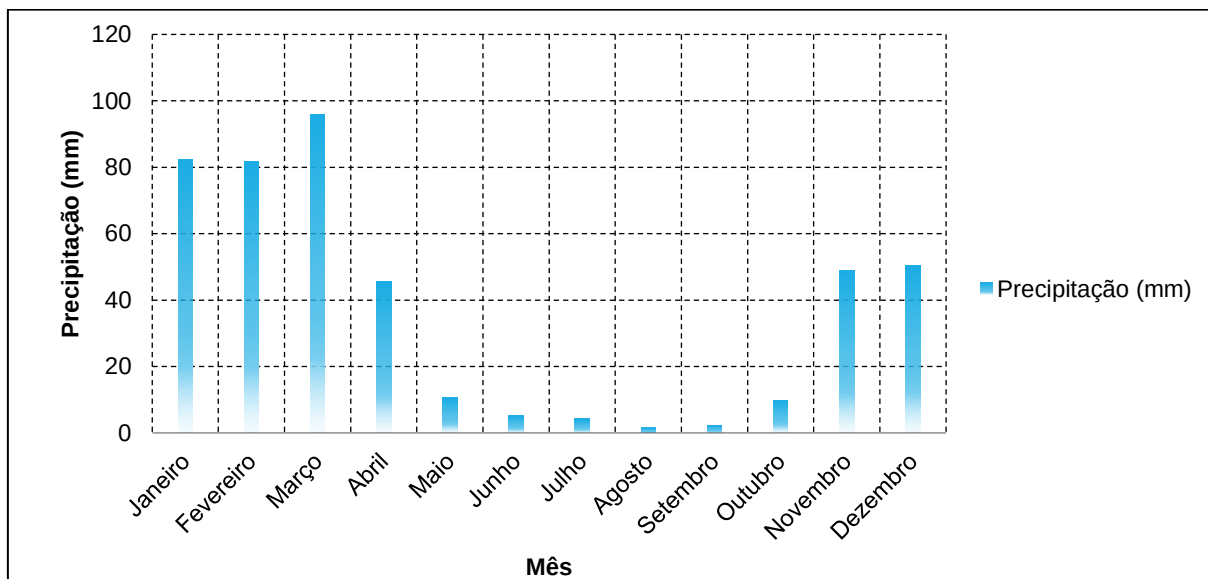
Fonte: INMET (2021).

Tabela 5. Precipitação média mensal de série de 41 anos em Petrolina.

Mês	Precipitação (mm)
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
Anual	438,9

Fonte: INMET (2021).

Figura 25. Precipitação média mensal em Petrolina de 1981 a 2021.

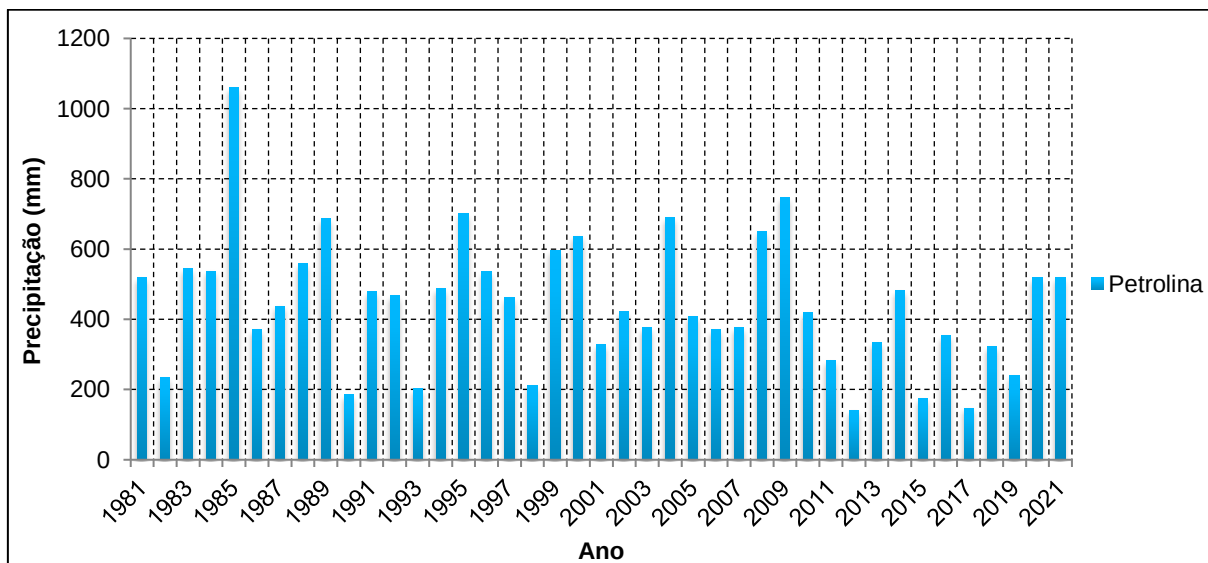


Fonte: INMET (2021).

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

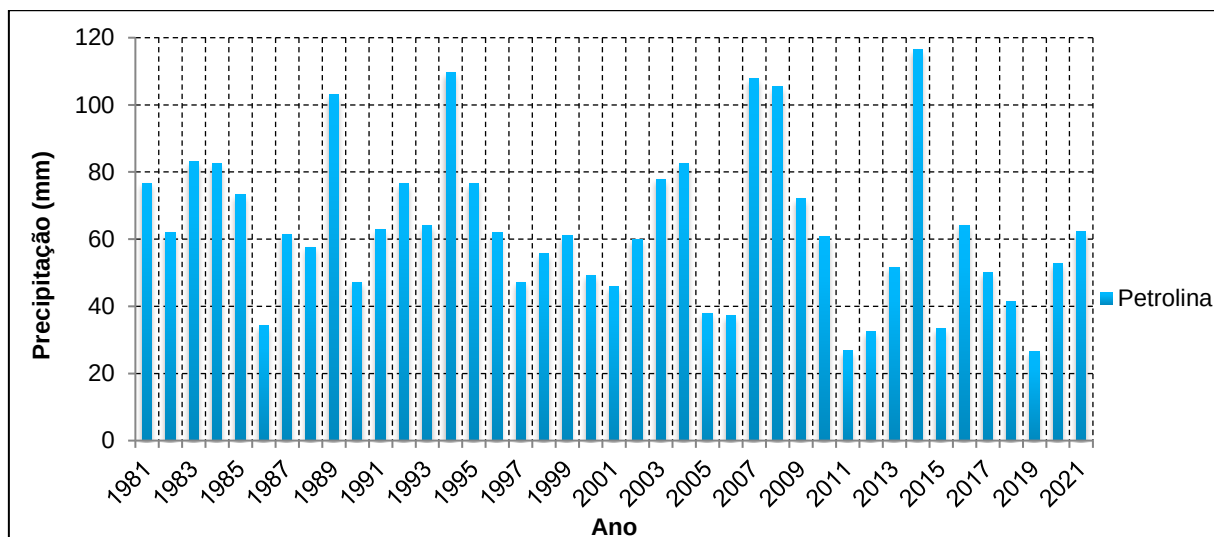
Figura 26. Precipitações totais anuais em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

A Figura 27 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 27. Valores máximos de chuvas diárias anuais em Petrolina.

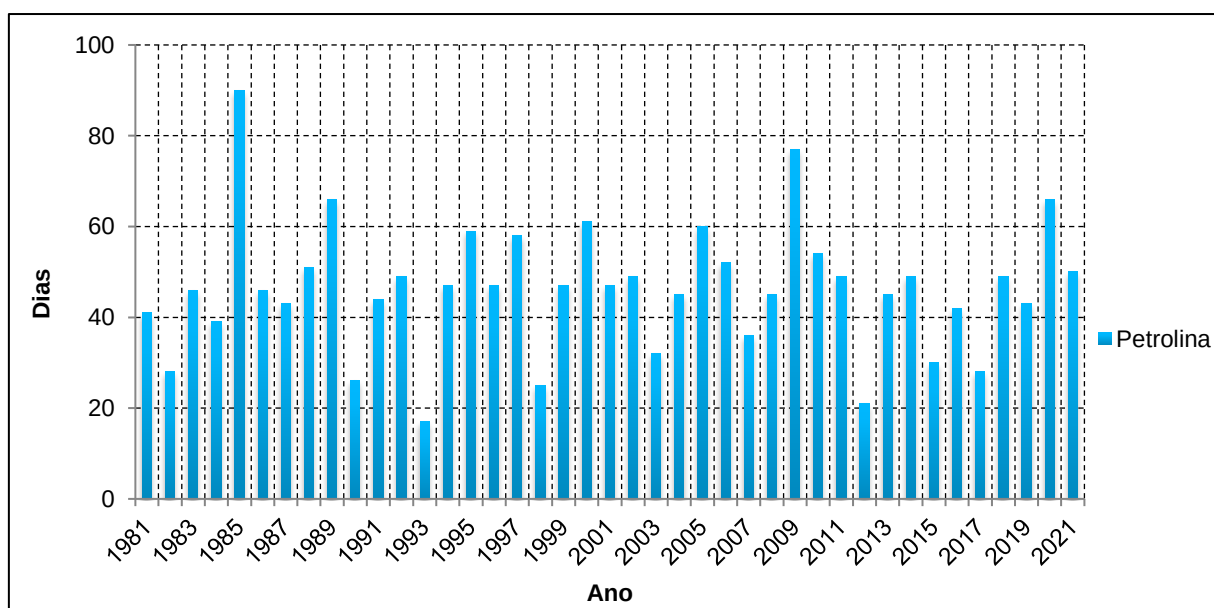


Fonte: INMET (2021).

Pode ser visto na

Figura 28 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 28. Quantidade de dias de chuva por ano em Petrolina.



Fonte: INMET (2021).

4.2 EQUAÇÃO 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 (Tc), assim definindo o regime de chuvas intensas e as correlações entre Intensidade x Duração x Frequência (IDF).

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. Por sua vez, para a definição da equação IDF foi adotado o método das Isozonas.

Assim, conforme a Figura 29, a seguir é apresentado o gráfico com as curvas de intensidade, duração e frequência do município de Petrolina. Em seguida, pode ser visto na Tabela 6 os valores de precipitação e intensidade em função do tempo de duração de chuva e do tempo de recorrência.

A seguir, está apresentada a Equação IDF do município de Petrolina/PE, elaborada a partir do estudo hidrológico realizado, e que pode ser visto de forma detalhada no Relatório Parcial III (Produto 04).

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

Onde:

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

T_R é o tempo de retorno, em anos; e

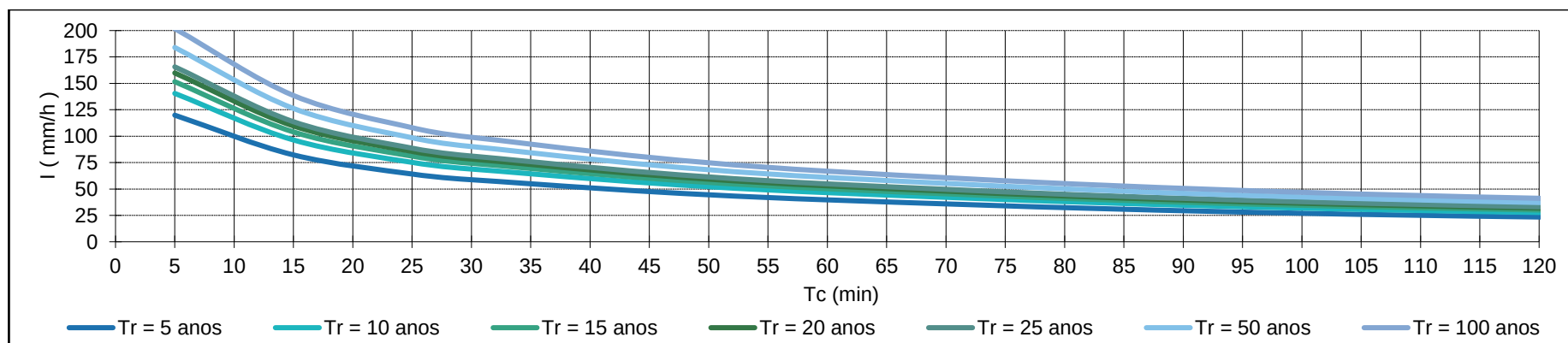
t é o tempo de duração, em min.

Tabela 6. 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 (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)	P (mm)	I (mm/h)
1440 min	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
720min	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
600min	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
480min	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
240min	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
120min	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
60min	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
30min	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
25min	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
15min	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
5min	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).

Figura 29. Curva Intensidade - Duração - Frequência do município de Petrolina.



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

4.3 ESCOAMENTO SUPERFICIAL

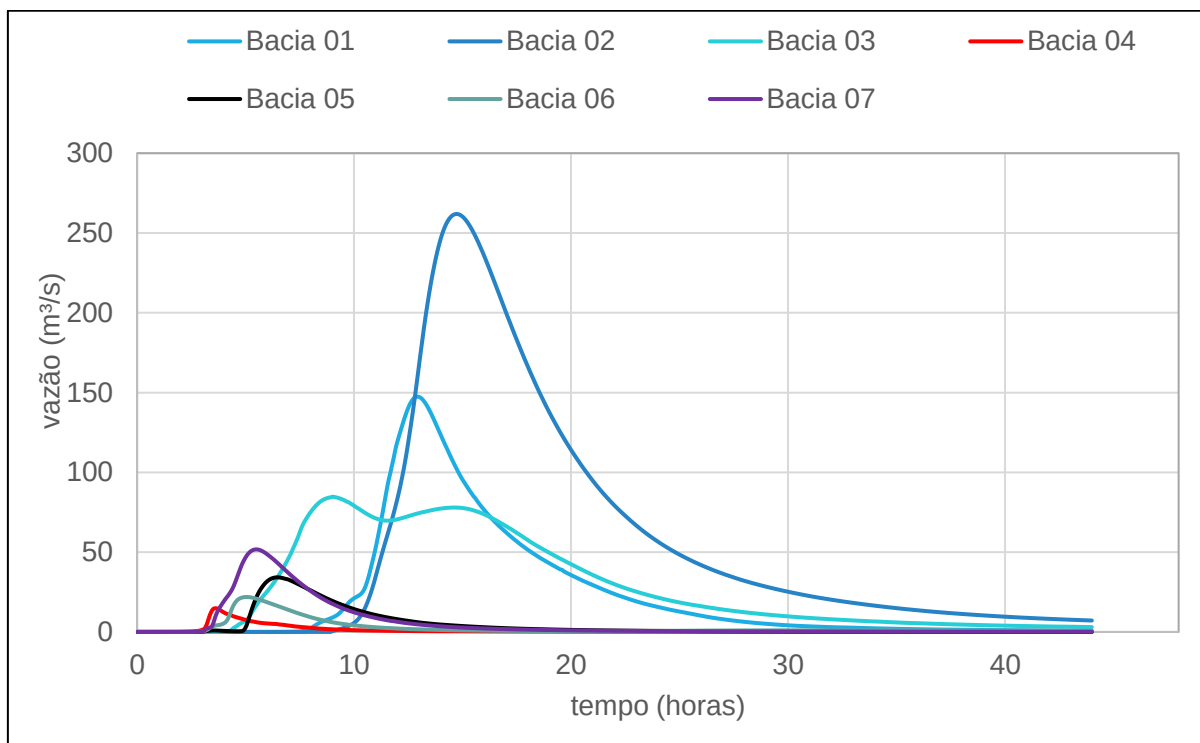
Para a compreensão do escoamento superficial na área urbana do município, a seguir são apresentados os hidrogramas simulados por modelagem hidrodinâmica no contexto de elaboração do plano. Foi observado que a magnitude das vazões condiz com princípio da área das bacias, embora algumas das bacias tenham seu escoamento reduzido de forma significativa em função da existência de dispositivos que contribuem para o amortecimento das vazões.

Tabela 7. Vazões de pico simuladas nas bacias hidrográficas.

Bacia	Vazão Máx. (m³/s)		
	TR 10	TR 25	TR 50
Bacia 01	83,94	116,35	147,45
Bacia 02	138,28	202,45	261,89
Bacia 03	51,32	68,75	84,71
Bacia 04	9,17	11,98	14,80
Bacia 05	18,55	26,56	34,19
Bacia 06	12,09	16,84	21,88
Bacia 07	29,61	40,77	51,72

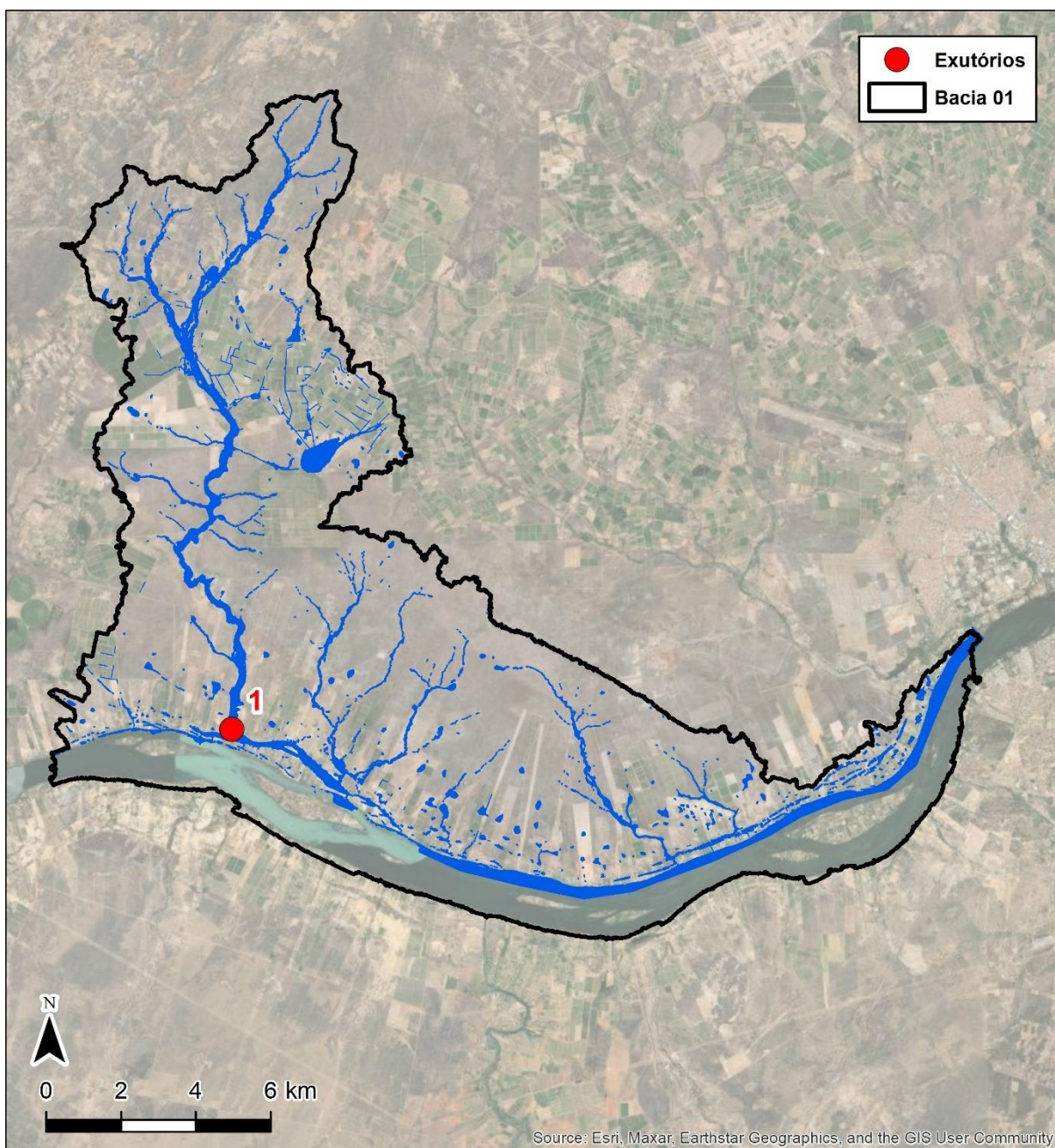
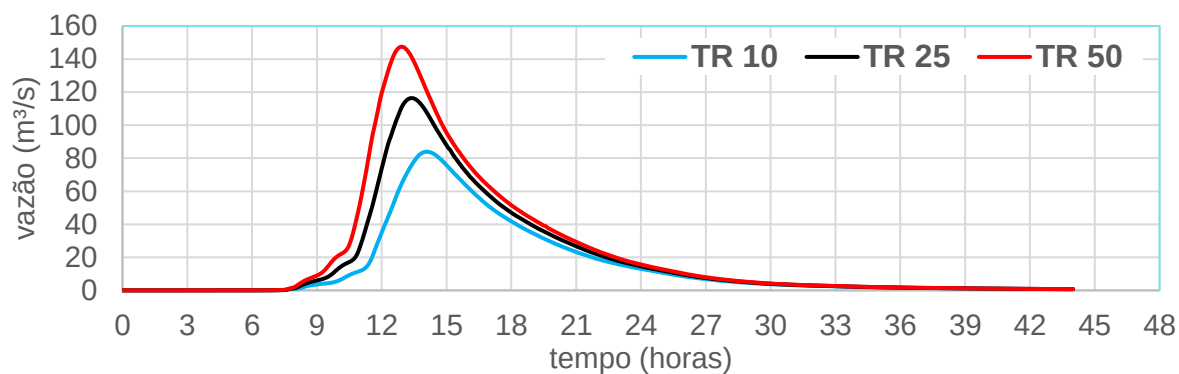
Fonte: PDCA (2022)

Figura 30. Vazões simuladas para o Tempo de Retorno de 50 anos



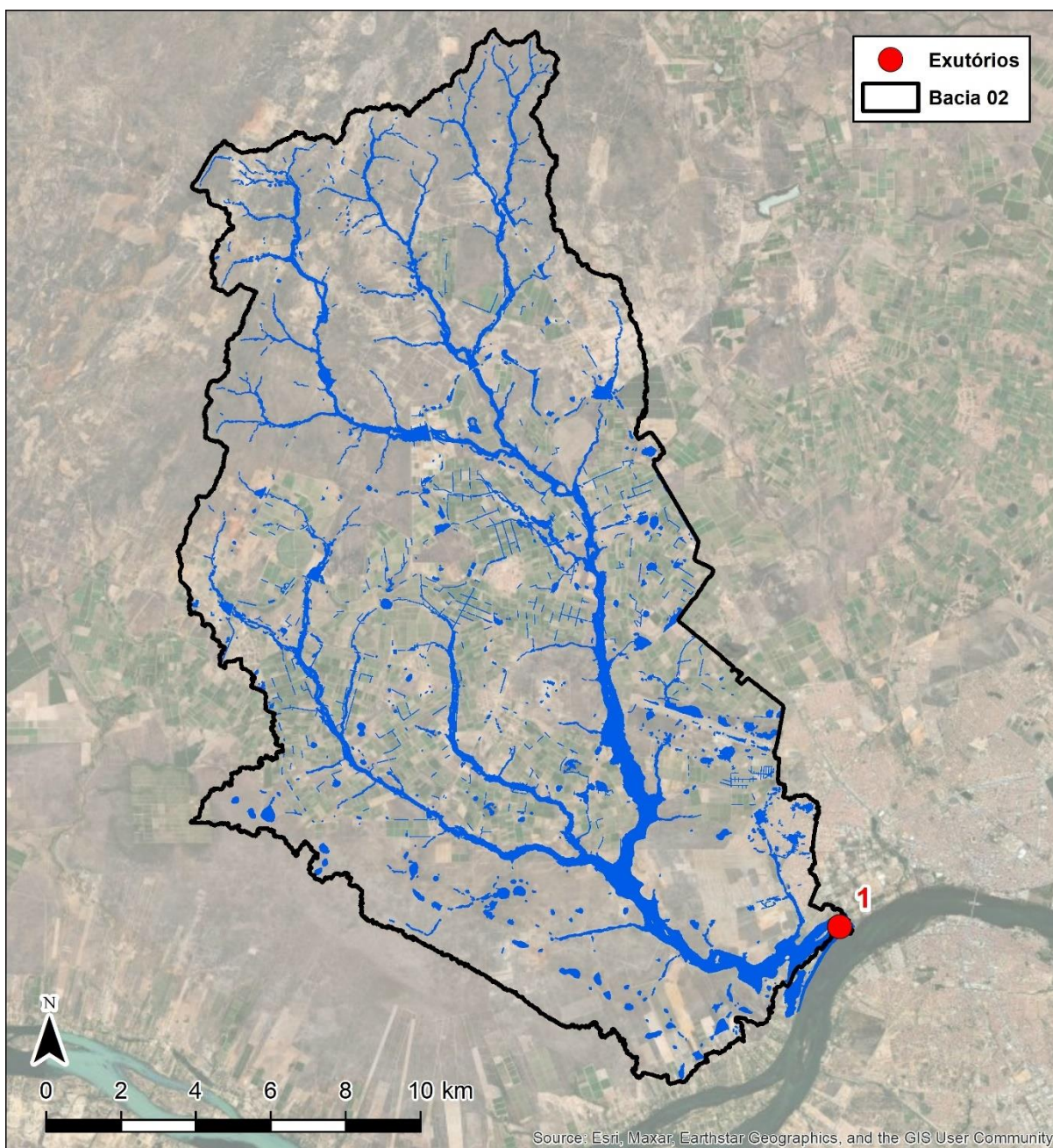
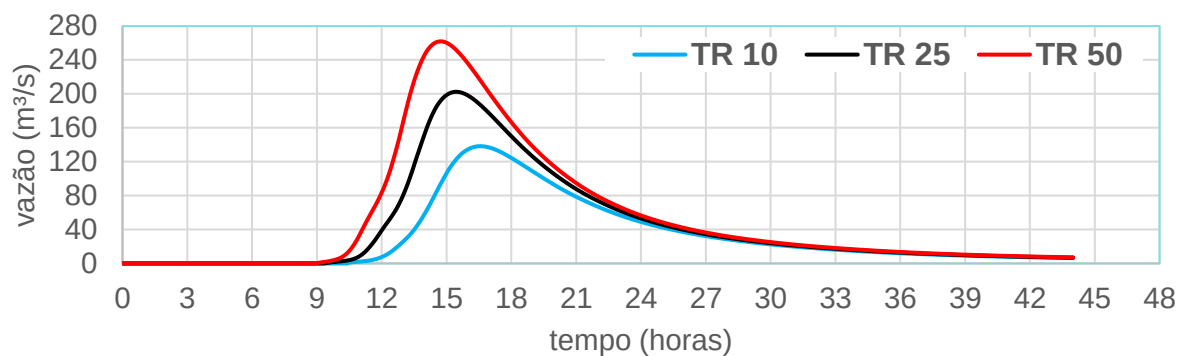
Fonte: PDCA (2022)

Figura 31. Vazões simuladas na Bacia 01



Fonte: PDCA (2022)

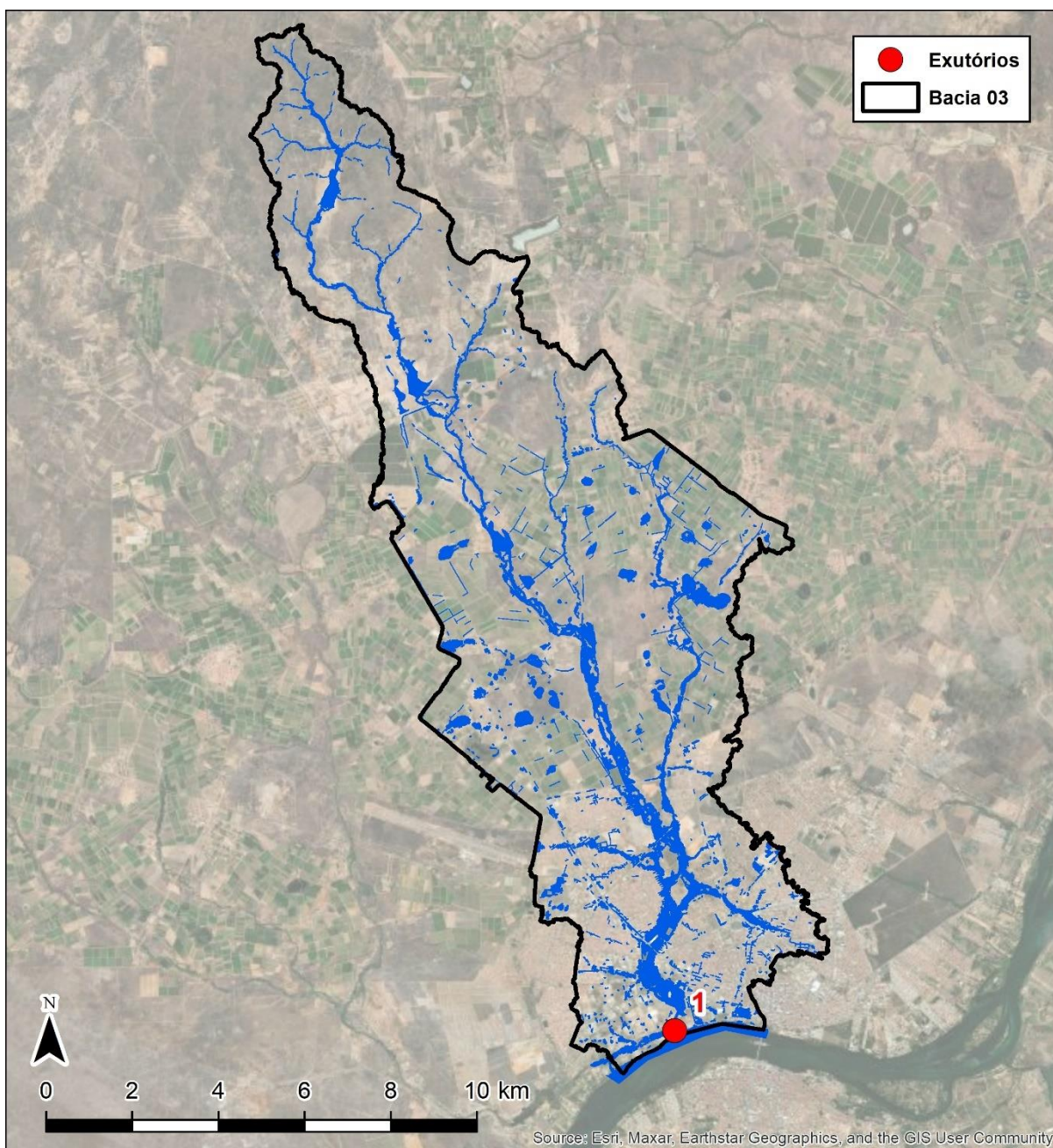
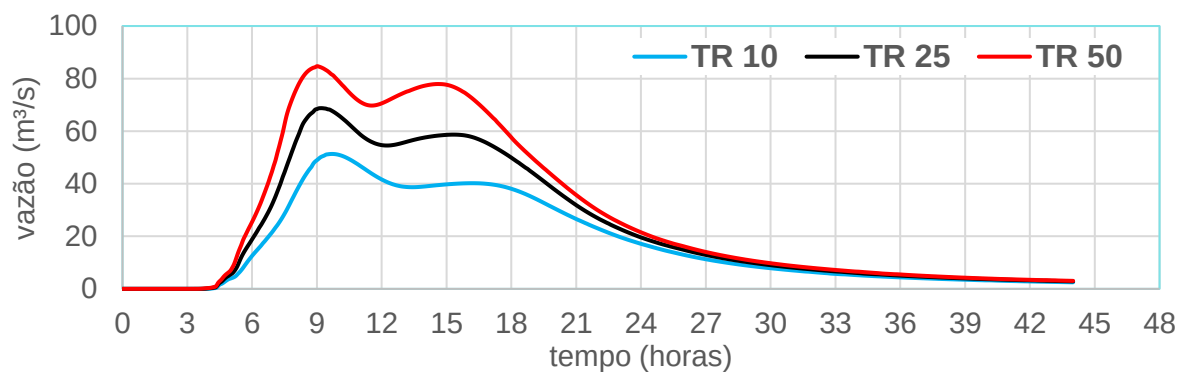
Figura 32. Vazões simuladas na Bacia 02



Source: Esri, Maxar, Earthstar Geographics, and the GIS User Community

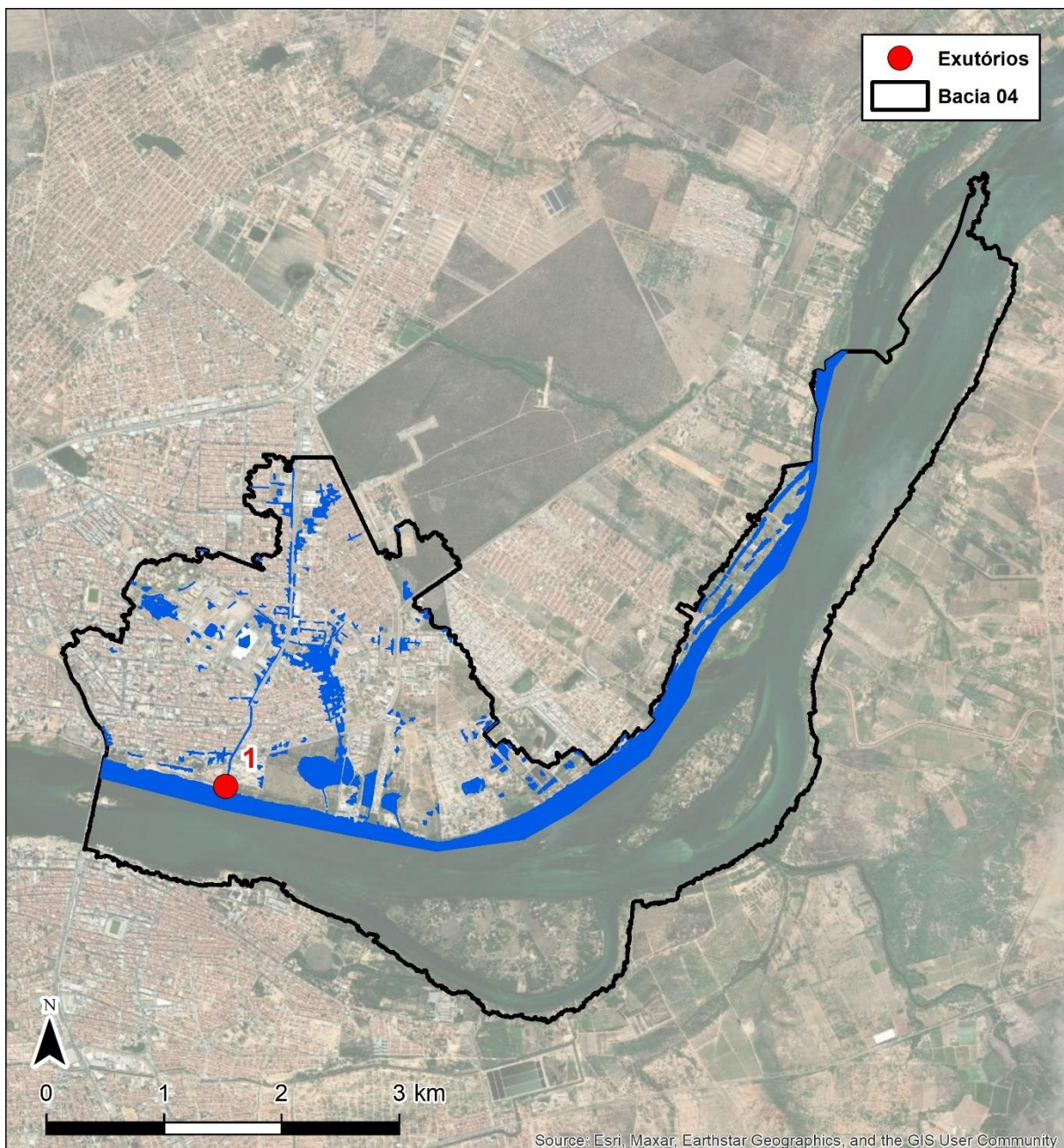
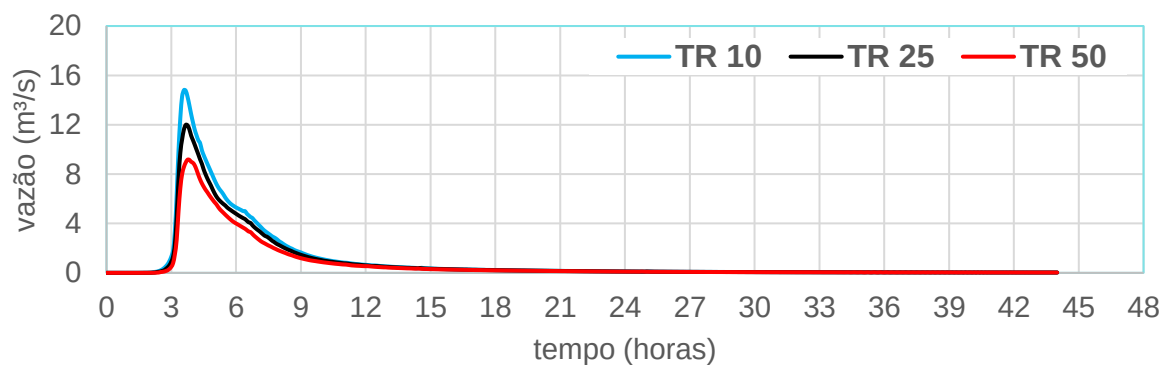
Fonte: PDCA (2022)

Figura 33. Vazões simuladas na Bacia 03



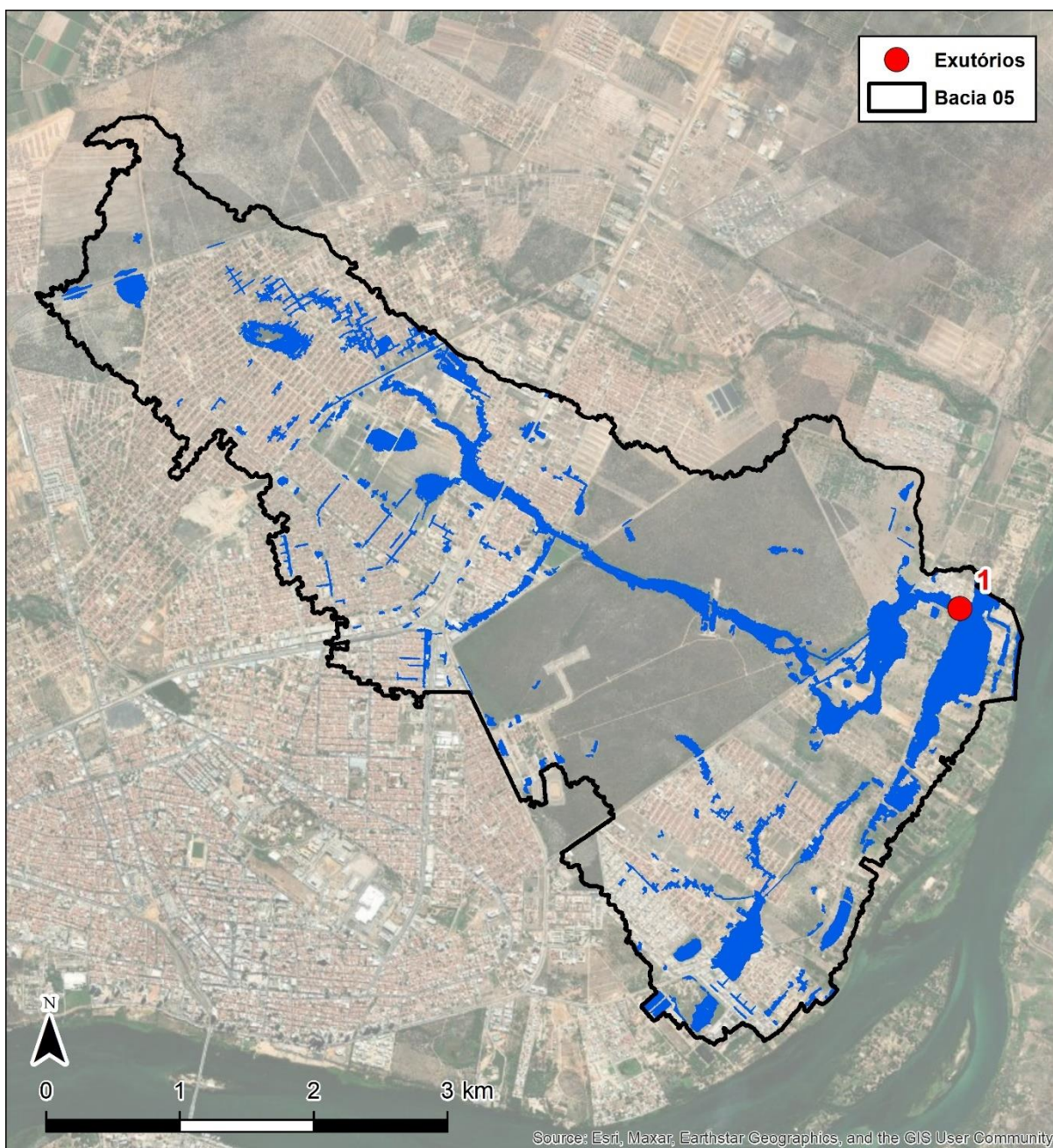
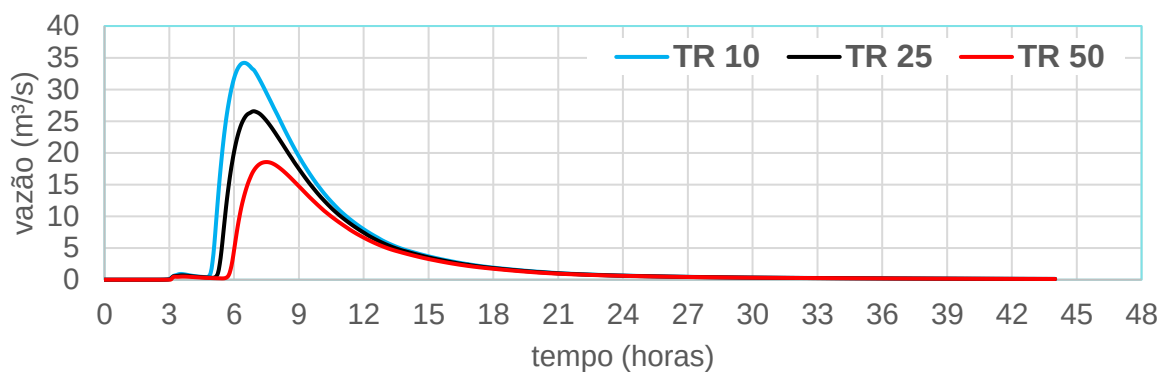
Fonte: PDCA (2022)

Figura 34. Vazões simuladas na Bacia 04



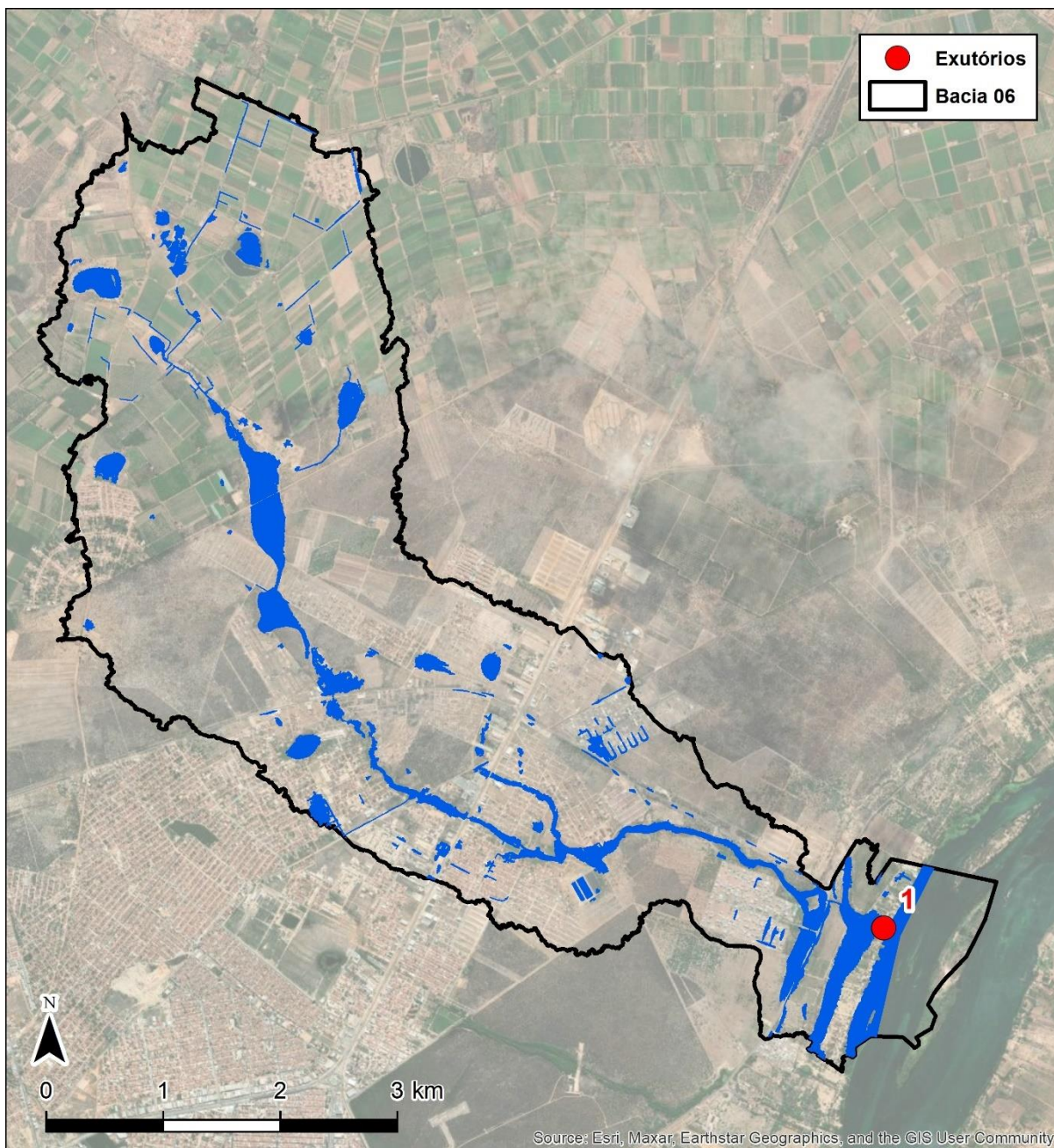
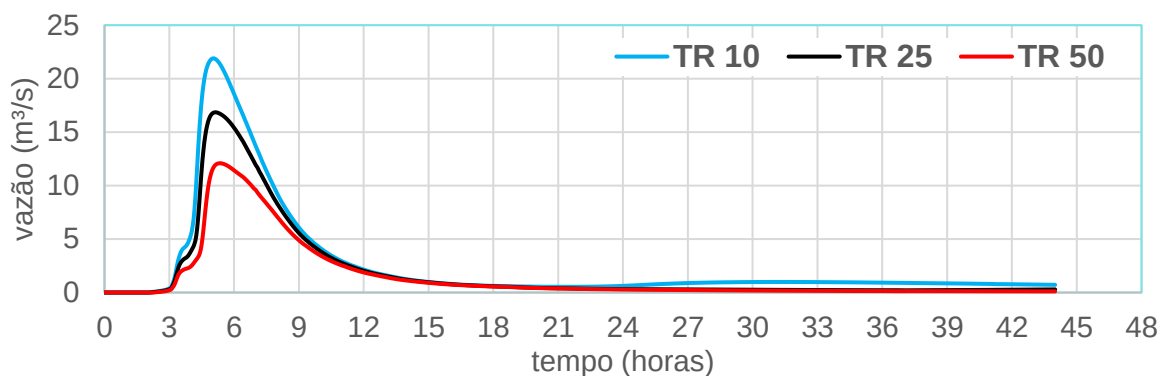
Fonte: PDCA (2022)

Figura 35. Vazões simuladas na Bacia 05



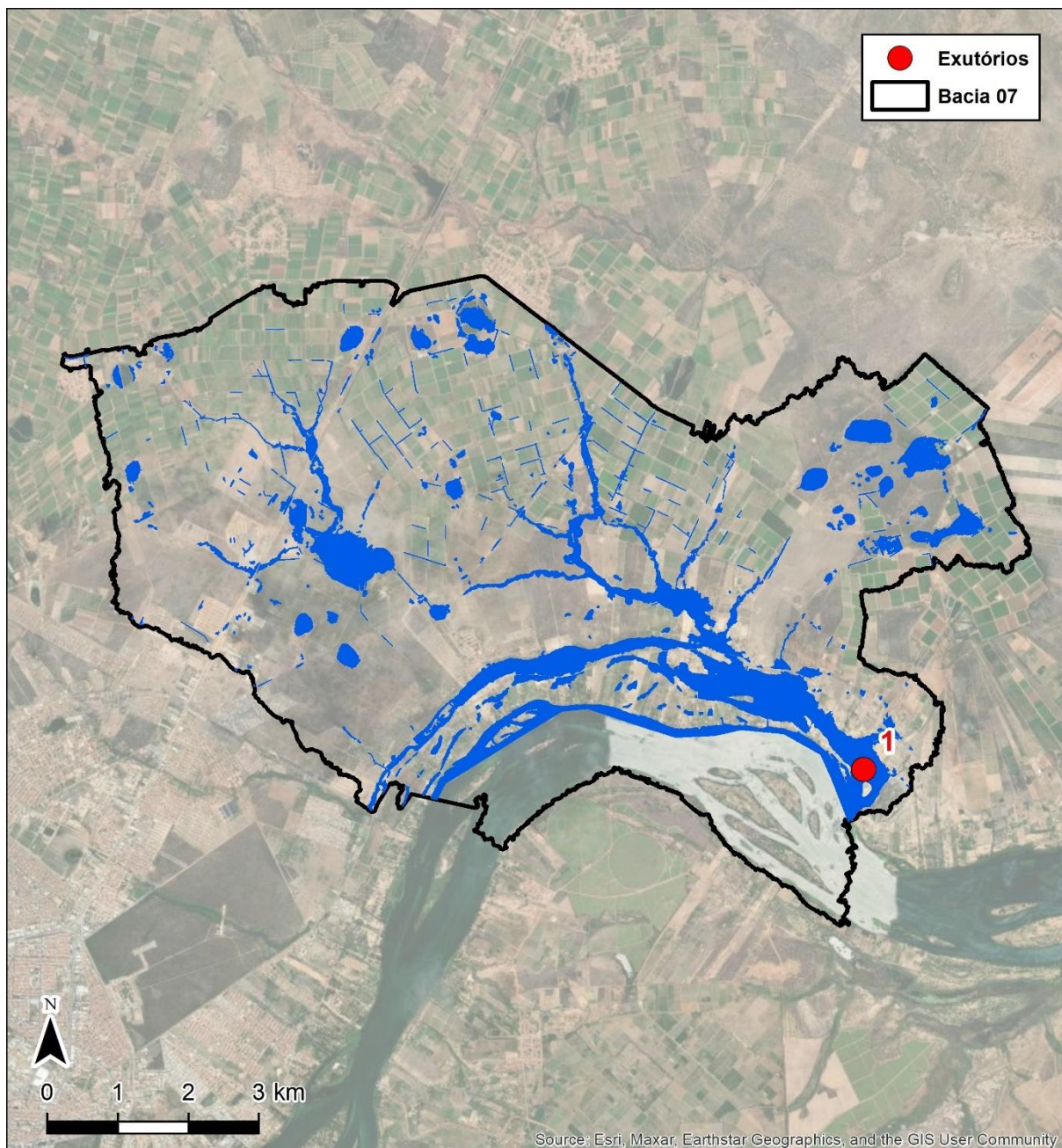
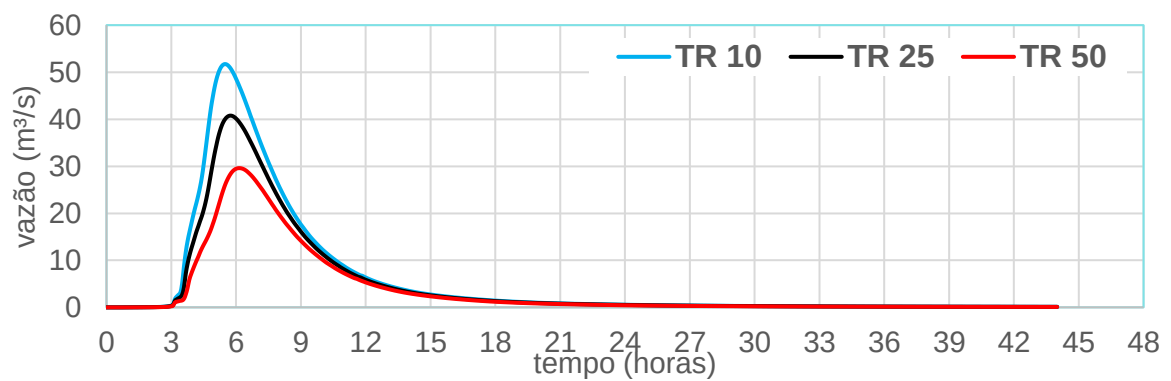
Fonte: PDCA (2022)

Figura 36. Vazões simuladas na Bacia 06



Fonte: PDCA (2022)

Figura 37. Vazões simuladas na Bacia 07



Fonte: PDCA (2022)

5 PROBLEMÁTICA DA MACRODRENAGEM EM PETROLINA

5.1 PROBLEMAS EXISTENTES

Um fenômeno causador de transtornos no município de Petrolina é a ocorrência de chuvas torrenciais. De acordo com 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.

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. 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 (Figura 38). Neste exemplo, 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.

Figura 38. Impactos das chuvas no ano de 2004.



Fonte: Acervo SEINFRA 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; alteração no traçado de cursos d'água; a canalização de cursos d'água; estrangulamento de seções de corpos hídricos; deficiência de estruturas de drenagem; o acúmulo de lixo e entulho em áreas urbanas e cursos d'água; a remoção da cobertura vegetal das margens dos rios e córregos (Figura 39). 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").

Figura 39. Problemas de macrodrenagem identificados.

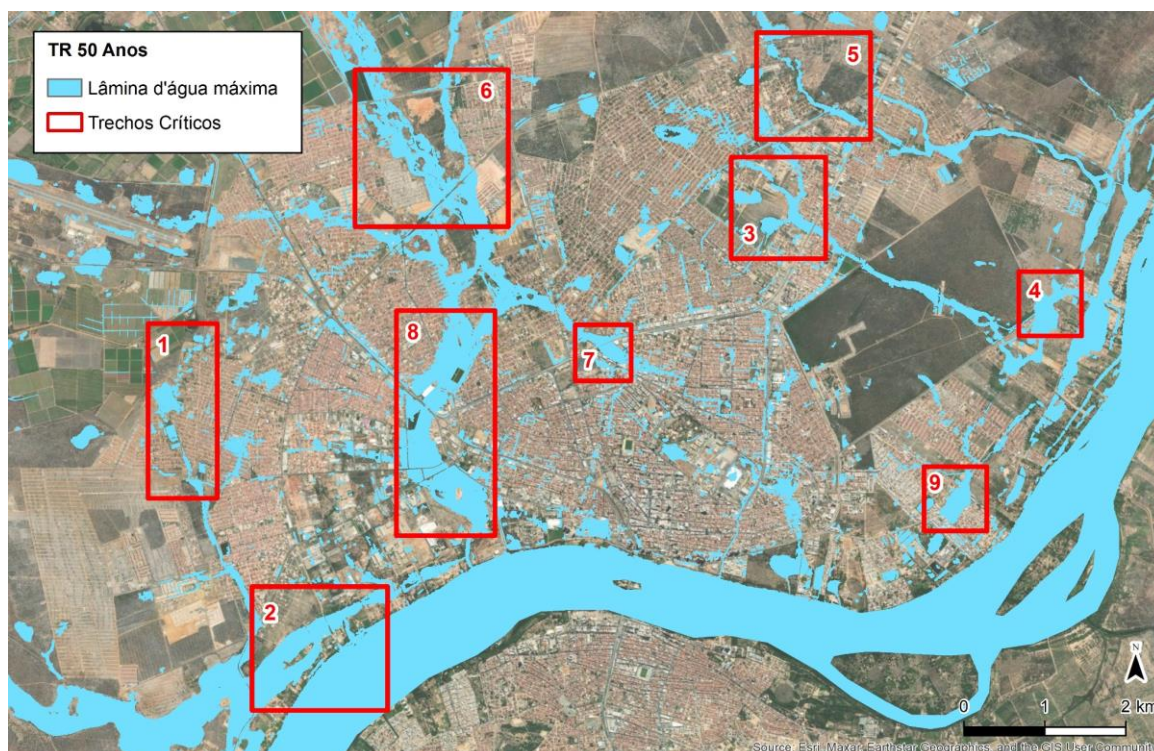


Fonte: PDCA (2022)

5.3 PRINCIPAIS TRECHOS CRÍTICOS

Os resultados das simulações realizadas indicam a presença de áreas de risco na área urbana da sede municipal de Petrolina/PE, consistindo em áreas suscetíveis à ocorrência de inundações e que já são ocupadas por residências, estabelecimentos comerciais e de serviços ou indústrias. Estes resultados foram obtidos para todos os cenários simulados, de modo que a cidade está sujeita à ocorrência de desastres hidrológicos mesmo para chuvas de projeto com tempo de retorno de 10 anos. A partir dos resultados das simulações, foram identificadas 09 áreas críticas, onde há acúmulo de água em área com dimensões representativas, com altura da lâmina d'água é superior à 0,50m, e em sua maioria já ocupadas por residências, estabelecimentos comerciais e de serviços ou indústrias, apresentando assim probabilidade de ocorrência de danos em caso de eventos extremos (Figura 40). O mapa apresentado na Figura 40 pode ser visualizado de forma detalhada, em escala 1:25.000 no anexo 2. Foi observado que a Bacia 03 concentra o maior número de áreas críticas (04 ou 50% do total), e que os demais trechos críticos se distribuem entre as bacias 02, 05 e 06. Em relação à bacia 04, não foram identificados pontos críticos na perspectiva de macrodrenagem, sobretudo por se tratar de sistemas mistos (galerias subterrâneas e trechos de canal aberto) e com vazões baixas. No entanto, recomenda-se a realização de estudos detalhados na perspectiva de microdrenagem para os pontos de estrangulamento de seção no Canal da Av. Monsenhor e no Canal Próximo ao IATE Clube.

Figura 40. Principais trechos críticos identificados.



Fonte: PDCA (2022)

6 DIRETRIZES DE INTERVENÇÃO DO PLANO

As medidas de controle em bacias hidrográficas envolvem medidas estruturais e não estruturais, que dificilmente estão desassociadas. As medidas estruturais envolvem obras de alto custo e resolvem somente problemas específicos e localizados, sem criar um programa para toda a bacia ou região urbana de interesse. Isto não significa que este tipo de medida não seja viável. As medidas não estruturais são ações de baixo custo, em geral não envolvem obras de engenharia, com boa eficácia e longo tempo de duração. Podem ser implementadas de forma relativamente rápida pelo setor público ou pela sociedade civil organizada.

Nos estudos do Plano de Macrodrenagem de Petrolina, são propostas medidas e ações estruturais e não estruturais, sendo elas a seguir caracterizadas:

- **ações estruturais:** aplicação de medidas de controle nos estudos de simulação da macrodrenagem, com o objetivo de reter as cheias em sua origem por meio de reservatórios de retenção, bem como intervenções que impliquem no aumento do controle e da capacidade de escoamento da calha dos corpos hídricos, de acordo com critérios e diretrizes de projetos a serem desenvolvidos;
- **ações não estruturais:** proposição de medidas que não envolvem a realização de obras por parte do poder público, como educação hidro ambiental, monitoramento hidrológico e sistema de alerta. Propõe-se, também, a consolidação das Áreas de Preservação Permanente – APPs e/ou Áreas *Non Aedificandi* dos riachos situados na macrozona urbana de Petrolina, além da recomendação de áreas a serem desocupadas. Outra medida importante, relativa à complementação da legislação vigente, refere-se à questão da retenção/acumulação na fonte, onde, para o licenciamento e aprovação de empreendimentos que impactem a macrodrenagem do município, estes devem dispor de reservatórios de acúmulo ou de retardo do escoamento das águas pluviais para a rede de drenagem no próprio lote do empreendimento.

6.1 PRINCÍPIOS E DIRETRIZES GERAIS DE INTERVENÇÃO

Considerando a conceituação das medidas de controle estrutural e não estrutural, identificando aquelas que são adequadas e aplicáveis à macrodrenagem na Macrozona Urbana de Petrolina, o Plano de Macrodrenagem de Petrolina propõe Princípios e Diretrizes Gerais de Intervenção.

Como **Princípios**, contemplando a gestão e o manejo das águas pluviais em Petrolina, são propostos:

- Planejamento da bacia hidrográfica realizado como um todo, para controle de volumes escoados;
- Proteção e preservação dos corpos hídricos do município, de forma a garantir a manutenção sustentável dos recursos hídricos;
- Soluções de engenharia fundamentadas na valorização da paisagem, na restauração do ambiente natural e/ou na requalificação do ambiente construído;
- Soluções que permitam o uso das margens dos corpos hídricos pela população, evitando invasões e construções na área de inundação;
- Soluções economicamente viáveis que apresentem relação custo/benefício adequada à realidade financeira do município;
- Participação da população no processo de planejamento.

A partir desses Princípios, são propostas as **Diretrizes Gerais** a seguir:

- As medidas de controle e prevenção devem ser adotadas primeiro a montante e depois a jusante;
- As medidas de controle e prevenção não podem resultar em transferências de impactos à jusante;
- Os picos de vazão, nas condições naturais do terreno, não podem ser aumentados pela implementação de novos empreendimentos;
- O controle dos impactos sobre o sistema de drenagem provocados por novos empreendimentos, através do controle do escoamento superficial no lote;
- As soluções do sistema de drenagem, assim como as de esgotamento sanitário, devem estar compatibilizadas, para que não haja convergências entre os sistemas.;
- As medidas propostas devem prever a facilidade e economia da manutenção futura;
- A execução de serviços de limpeza e manutenção no sistema de macrodrenagem deve ser realizada de forma periódica, sendo executada de jusante a montante;
- A prioridade de utilização de medidas não estruturais, por terem custo mais baixo, combinando-as com medidas estruturais, quando necessário;
- Integrar a infraestrutura de microdrenagem com o sistema de macrodrenagem do município.

6.2 DIRETRIZES BÁSICAS DE INTERVENÇÃO

O panorama geral da macrozona urbana de Petrolina, no que se refere ao sistema de drenagem implementado, a executar e em andamento, é de pouca representatividade na provisão de redes de galerias de águas pluviais. Constata-se que apenas 7% das vias possuem estruturas de dispositivos de coleta das águas pluviais, tais como boca de lobo e caixas coletoras, que direcionam o fluxo das águas para um sistema de macrodrenagem.

A partir do Diagnóstico consolidado no P4 – Relatório Parcial III, as Diretrizes Básicas de ações estruturais e não estruturais propostas para o Plano de Macrodrenagem de Petrolina foram definidas considerando as características de cada bacia hidrográfica, identificando-se trechos com características em comum.

As ações estruturais e não estruturais serão aplicáveis à Macrozona Urbana e Núcleos Urbanos na Macrozona Rural de Petrolina, que corresponde “às porções urbanizadas do território, destinadas à implantação de usos e atividades de natureza urbana e compreende a rede urbana de perímetro descontínuo, formada pelos núcleos urbanos já existentes e pelos núcleos urbanos da Macrozona Rural” (Lei Complementar N° 034/2022 – Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina).

As diretrizes foram propostas levando-se em conta os trechos identificados, por bacia hidrográfica, em relação ao estágio da ocupação urbana, na Macrozona Urbana de Petrolina e núcleo urbano em área rural com as características a seguir:

- Trecho com urbanização consolidada – área de maior densidade populacional e construtiva, onde as margens dos corpos hídricos estão ocupadas ou pouco preservadas;
- Trecho com urbanização em consolidação – área de ocupação menos densa, onde as margens dos corpos hídricos ainda estão preservadas, com menor densidade populacional e construtiva;
- Trecho a urbanizar – área em início de processo de urbanização.

As bacias 1 e 7 se classificam exclusivamente como bacias a urbanizar. As demais bacias apresentam características distintas, onde em cada bacia se identificam trechos com urbanização consolidada, com urbanização em consolidação e a urbanizar. Para os trechos com a classificação adotada, são definidas as seguintes diretrizes básicas para Petrolina, relacionadas como E (estruturais), NE (não estruturais) e AC (ação combinada):

Trecho com urbanização consolidada

NE	Delimitar Área <i>Non Aedificandi</i> ao longo do riacho ou canal
NE	Desapropriar e/ou remover edificações em Área <i>Non Aedificandi</i>
AC	Revitalizar os corpos hídricos
E	Recuperar a estrutura do canal, se necessário
NE	Permitir a destinação de efluentes sanitários nos corpos hídricos após o tratamento
NE	Impedir o despejo de resíduos sólidos nos corpos hídricos
NE	Realizar ações de limpeza, desobstrução e manutenção do canal
NE	Implantar áreas com equipamentos de lazer ao longo da Área <i>Non Aedificandi</i> .

Trecho com urbanização em consolidação

NE	Delimitar APP e/ou Área <i>Non Aedificandi</i> ao longo do riacho ou canal
NE	Desapropriar e/ou remover edificações em APP e/ou Área <i>Non Aedificandi</i>
AC	Revitalizar os corpos hídricos
E	Recuperar a estrutura do canal, se necessário
NE	Recuperar vegetação ciliar do riacho e/ou realizar tratamento paisagístico das margens do canal
NE	Permitir a destinação de efluentes sanitários nos corpos hídricos somente após seu tratamento
NE	Impedir o despejo de resíduos sólidos nos corpos hídricos
NE	Realizar ações de limpeza, desobstrução e manutenção do canal
NE	Implantar áreas com equipamentos de lazer ao longo da APP/ Área <i>Non Aedificandi</i> .
NE	Prever futura ampliação e conexão do sistema viário por Via Parque ao longo da APP/ Área <i>Non Aedificandi</i>

Trecho a urbanizar

NE	Delimitar APP ao longo do riacho
NE	Desapropriar e/ou remover edificações em APP
AC	Revitalizar os corpos hídricos
NE	Recuperar vegetação ciliar do riacho
NE	Permitir a destinação de efluentes sanitários nos corpos hídricos após o tratamento
NE	Impedir o despejo de resíduos sólidos nos corpos hídricos
NE	Prever futura ampliação e conexão do sistema viário por Via Parque ao longo da APP

Observa-se que as diretrizes básicas consistem em: ação combinada de revitalização dos corpos hídricos; ação estrutural de recuperação estrutural de canais; e ações não estruturais de aplicação de legislação (APPs, áreas *Non Aedificandi*, destinação adequada de resíduos e efluentes) e de planejamento (previsão de ampliação do sistema viário).

7 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES IMEDIATAS E/OU EMERGENCIAIS

Este capítulo consiste na recomendação de ações imediatas a serem implementadas de forma imediata/sistemática no sistema de drenagem do município de Petrolina/PE. Trata-se de indicações de ordem operacional e de manutenção nos sistemas de drenagem, onde será recomendada a limpeza e manutenção do sistema de macrodrenagem do município.

Recomendam-se as correções e/ou adaptações em obras e projetos em curso no município, onde são propostas modificações em projeto de drenagem no bairro Jatobá, em conjunto com o projeto emergencial de drenagem da Av. João Cleverson Coelho Monteiro, servindo como complemento para a drenagem da área em questão. Indicou-se também a realização de estudos e projetos de drenagem na área da rotatória sob o Viaduto dos Barranqueiros, no centro de Petrolina.

Além disso, foram realizadas as proposições iniciais de soluções para o sistema de macrodrenagem do município. Com a determinação das áreas verdes e de solo permeável do município, além das áreas em APP do Rio São Francisco e das áreas às margens dos riachos urbanos, serão recomendadas as áreas a serem protegidas, desocupadas ou reservadas. Assim, utilizando-se essas informações, poderão ser determinadas as cotas para implantação de novos loteamentos na cidade, além da proposição de medidas de utilização e manutenção de várzeas dos riachos urbanos.

7.1 INDICAÇÕES DE ORDEM OPERACIONAL E DE MANUTENÇÃO NOS SISTEMAS DE DRENAGEM

O sistema de drenagem precisa de manutenção adequada para manter a eficiência ao longo do tempo. A manutenção pode ser feita antecipadamente do tipo preditiva ou preventiva e nos casos em que já ocorreu alguma falha a manutenção será do tipo corretiva. A manutenção preventiva busca evitar problemas ou falhas, além de garantir que o sistema continue funcionando adequadamente. Sendo feita de forma planejada, a manutenção preventiva possibilita uma boa estimativa de custos e uma boa utilização da equipe de funcionários disponível. A manutenção preditiva também é feita antecipadamente, mas se baseia em acompanhamento e monitoramento do sistema para avaliar as condições de

funcionamento. As ações preditivas são realizadas através de medições diretas e indiretas, somadas às interpretações de dados e informações.

Com relação ao sistema de drenagem de águas pluviais de Petrolina, a partir do levantamento dos pontos críticos de alagamento e inundação, foi possível identificar e avaliar os problemas de drenagem no município. Para os pontos onde há sistema de microdrenagem, observou-se, de modo geral, que há uma série de dispositivos danificados ou obstruídos, que necessitam de manutenção, para o correto funcionamento do sistema como um todo.

Para Macrodrenagem, faz-se necessária a limpeza programada durante o ano dos canais e riachos, focando nos equipamentos de drenagem (bueiros, galerias) principalmente nas travessias de rodovias e vias locais. Nos meses que antecedem ao período úmido de Petrolina, sugere-se que aumentem a intensidade nessas limpezas e correções nos principais canais e riachos da cidade. A manutenção pode ser efetuada de forma mecanizada onde há condições de acesso para equipamentos como retroescavadeiras, devendo-se seguir as calhas determinadas para vazões de 25 anos nos estudos de concepções baseado nas modelagens. Em trechos possivelmente ocupados, esse procedimento deverá, quando da impossibilidade de retirada das ocupações, ser realizado de forma manual.

Como na grande maioria dos logradouros da cidade os escoamentos pluviais dão-se superficialmente pelas sarjetas, verifica-se que no período chuvoso elas não têm a capacidade de escoamento dos deflúvios, levando a alagamentos, como tem sido constatado pelos órgãos locais. Logo, há a necessidade de um programa de implantação de redes de microdrenagem vinculadas a implantação de técnicas compensatórias que reduziram o aporte para o sistema de macrodrenagem.

No Programa de Manutenção, capítulo componente do Relatório Técnico Parcial VI – P7, são indicados os locais, as frequências e o modo como fazer as ações. Além disso, é apresentado também o orçamento com custos estimados para esta manutenção.

Por fim, a Tabela 8 a seguir indica pontos que necessitam de procedimentos de manutenção imediatos no sistema de macrodrenagem de Petrolina, apresentando a bacia a qual pertence cada corpo hídrico e os problemas identificados no local.

Tabela 8. Indicação de manutenção na macrodrenagem.

Corpo hídrico	Bacia urbana	Diagnóstico	Diretriz de manutenção
Riacho Vitória	Bacia 02	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento;	Limpeza e desobstrução da calha do riacho;
		Estreitamento da calha do riacho com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Canal da Av. Tapuio	Bacia 02	Sistema de drenagem integrado com via paralela ao canal (composto por linha d'água e bocas-de-lobo) com estruturas danificadas e/ou obstruídas.	Manutenção do canal, com restauração dos dispositivos danificados.
Canal do Jardim Petrópolis	Bacia 02	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento;	Limpeza e desobstrução da calha do canal;
		Estreitamento da calha do canal com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia;
Lagoa do Jardim Petrópolis	Bacia 02	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos e assoreamento.	Limpeza e remoção de entulhos da lagoa.
Riacho das Porteiras	Bacia 03	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento.	Limpeza e desobstrução da calha do riacho;
		Estreitamento da calha do riacho com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Canal do João de Deus	Bacia 03	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento;	Limpeza e desobstrução da calha do canal;
		Presença de fissuras nas paredes e fundo do canal;	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia;

		Estreitamento da calha do canal com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Manutenção do canal, com restauração de sua estrutura.
Canal do Massangano	Bacia 03	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Estreitamento da calha do canal com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do canal; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Canal do Dom Malan	Bacia 03	Incidência de vegetação (em trecho natural), descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Presença de fissuras nas paredes e fundo do canal, além de tampas de concreto danificadas em trecho fechado; Estreitamento da calha do canal com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do canal; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia; Manutenção do canal, com restauração de sua estrutura.
Lagoa da Av. Sete de Setembro	Bacia 03	Lagoa de estabilização desativada; Incidência de vegetação.	Limpeza e remoção do excesso de vegetação.
Canal do Vale do Grande Rio	Bacia 03	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Sistema de drenagem integrado com via paralela ao canal (composto por linha d'água e bocas-de-lobo) com estruturas danificadas e/ou obstruídas, em trecho de canal fechado.	Limpeza e desobstrução da calha do canal, em trecho aberto; Manutenção do canal, com restauração dos dispositivos danificados, em trecho fechado.
Canal do Distrito Industrial	Bacia 03	Estreitamento da calha do canal com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Canal do São José	Bacia 04	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento;	Limpeza e desobstrução da calha do canal;

		Estreitamento da calha do canal com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia), além de trechos em galerias.	Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia e galerias.
Canal do Alto Cheiroso	Bacia 04	Incidência de vegetação (em trecho natural), descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Presença de fissuras nas paredes e fundo do canal, em trecho revestido;	Limpeza e desobstrução da calha do canal; Manutenção do canal, com restauração de sua estrutura.
Lagoas do Jatobá 1 e 2	Bacia 04	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos, assoreamento e vegetação.	Limpeza e remoção de entulhos e excesso de vegetação.
Lagoa São Joaquim	Bacia 05	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos, aterros e vegetação.	Limpeza e remoção de entulhos e excesso de vegetação.
Lagoas Padre Cícero 1 e 2	Bacia 05	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos, assoreamento e vegetação.	Limpeza e remoção de entulhos e excesso de vegetação.
Riacho do Batalhão	Bacia 05	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento, a montante e a jusante da zona militar; Estreitamento da calha do riacho com pontes e passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do riacho, a montante e a jusante da zona militar; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.

Lagoas das Pedrinhas 1, 2 e 3	Bacia 05	Incidência de vegetação.	Remoção do excesso de vegetação.
Canal do Henrique Leite	Bacia 05	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Estreitamento da calha do canal com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do canal; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Lagoa Henrique Leite	Bacia 05	Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos, assoreamento e vegetação.	Limpeza e remoção de entulhos e excesso de vegetação.
Canal da Av. da Redenção	Bacias 05 e 06	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Estreitamento da calha do canal com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do canal; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Lagoas Topázio 1 e 2	Bacia 06	Lagoas no limite da macrozona urbana.	Sem necessidade de manutenção imediata.
Riacho Pau Ferro	Bacia 06	Incidência de vegetação, descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Estreitamento da calha do riacho com passagens de veículos (dispositivos de travessia).	Limpeza e desobstrução da calha do riacho; Limpeza e desobstrução dos dispositivos de travessia.
Lagoa Dom Avelar	Bacia 06	Descarte irregular de resíduos sólidos e despejo de efluentes sem tratamento; Capacidade volumétrica reduzida pela presença de entulhos, aterros e vegetação.	Limpeza e remoção de entulhos e excesso de vegetação.

Fonte: PDCA (2023).

7.2 RECOMENDAÇÕES DE ÁREAS DE OCUPAÇÃO RESTRITA

A implantação de loteamentos e a urbanização indisciplinada são responsáveis pelo aumento das taxas de impermeabilização do solo, um dos fatores que acarreta a ocorrência das inundações no município pelo seu sistema de macrodrenagem. Assim, faz-se necessária a recomendação de áreas do perímetro urbano de Petrolina a serem protegidas, preservadas, desocupadas e reservadas para armazenamento de águas pluviais.

Para a recomendação de áreas a serem desocupadas e protegidas próximas ao sistema de macrodrenagem do município, baseou-se 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. Esta lei altera as considerações sobre Áreas de Preservação Permanente (APP), 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 (PLANALTO, 2012). Além disso, utilizou-se também como base as manchas de inundação obtidas pelos Estudos Hidrodinâmicos realizados no sistema de macrodrenagem de Petrolina e a Lei Complementar 034/2022 – Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina.

Dessa forma, considerando a legislação vigente e a modelagem do escoamento superficial são estabelecidas as faixas de APP, Áreas *Non Aedificandi* e Áreas Sujeitas à Inundações dos cursos d'água da macrozona urbana de Petrolina, conforme delimitação das áreas de ocupação restrita e das áreas para desapropriação/desocupação apresentadas nos Anexos 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

7.3 COTAS PARA IMPLANTAÇÃO DE NOVOS EMPREENDIMENTOS

O município de Petrolina possui características singulares por seu posicionamento geográfico e atividades econômicas. Localizada às margens do Rio São Francisco, a cidade recebe influência desse corpo hídrico nos dispositivos de escoamento superficial, cursos d'água e lagoas existentes no município. O rio é responsável por inundações periódicas em Petrolina, com seu regime hidrológico sendo acompanhado e estudado há muito tempo por instituições especializadas, devido à sua considerável série temporal de dados de vazão.

Em períodos de maior vazão, podem ocorrer aumentos consideráveis nos níveis do Rio São Francisco, afetando os riachos e canais que sejam afluentes diretos. Nessas situações, o rio, por ser mais caudaloso, funciona como um barramento ao fluxo dos corpos hídricos contribuintes, os quais sofrem efeito similar a um represamento, ocorrendo elevações exageradas nas superfícies livres à montante. Tal efeito é conhecido como remanso hidráulico e pode acarretar inúmeras complicações a serem resolvidas com medidas estruturais e não estruturais de controle de enchentes.

Além disso, a zona urbana recebe influências de cursos d'água originados em áreas da macrozona rural do município. Tais condições podem ser alteradas com o tempo, considerando que ocorre gradualmente o assoreamento de lagoas e riachos.

Por fim, importante destacar também que o estabelecimento de cotas não implica em ações de aterro e terraplenagem, mas na definição de ambientes de uso eventual ou temporário que possam ser desocupados e inundados, como jardins, estacionamentos, entre outros. Estes devem ser definidos nos projetos arquitetônicos apresentados para licenciamento, respaldados pelas cotas de alagamento.

8 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES PRIORITÁRIAS – TRECHOS CRÍTICOS

Para a concepção de ações específicas partiu-se do diagnóstico realizado no Produto 04 e das diretrizes gerais estabelecidas para o Plano de Macrodrenagem no Produto 05. A partir do diagnóstico, os pontos críticos identificados foram analisados de forma detalhada, buscando identificar principais causas dos problemas existentes e diferentes alternativas de propostas para a mitigação dos riscos já incidentes. Uma vez elencadas as possíveis alternativas de ações para os pontos críticos, foi realizada a simulação de cenários futuros, por meio de modelagem hidrodinâmica (HEC-RAS), com o intuito de verificar o desempenho de cada uma das alternativas, e a sua respectiva viabilidade de implementação considerando aspectos técnicos, financeiros, sociais e ambientais.

Além das intervenções, os cenários modelados levaram em consideração a expansão da área urbana ocupada, uma vez que este processo irá acarretar a redução de áreas permeáveis nas bacias, e por sua vez, alterando o comportamento do escoamento em relação ao cenário atual modelado na etapa de diagnóstico. Assim, além das áreas atualmente ocupadas, adotou-se na modelagem a projeção de crescimento urbano proposto no Plano Diretor do Município, abrangendo a ocupação urbana na Zona de Transição 01 (ainda não ocupada) e a taxa de impermeabilização de 90%. Buscou-se assim a concepção e definição de ações compatíveis com horizontes futuros e possibilitando a proposição de ações preventivas, sobretudo no que diz respeito a delimitação de Áreas de Proteção Permanente e de Áreas “*Non Aedificandi*” necessárias para a prevenção de eventuais riscos hidrológicos futuros em regiões da cidade que ainda não são ocupadas.

Dessa forma, buscou-se explorar diferentes cenários para a mitigação dos problemas identificados no diagnóstico, de forma compatível com o planejamento municipal, favorecendo a definição de propostas com maior viabilidade de implementação, seja do ponto vista técnico, financeiro, social ou ambiental. Com base nos resultados da modelagem, foram definidas as ações específicas a propostas para o Plano de Macrodrenagem de Petrolina, apresentadas nas subseções seguir.

8.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS MEDIDAS PROPOSTAS

Nesta seção são apresentadas as medidas propostas para a implementação no âmbito do Plano de Macrodrenagem de Petrolina, definidas após a simulação de cenários futuros e seleção do cenário alternativo que mostrou mais adequado em relação à sua viabilidade, benefícios e compatibilidade com as diretrizes do Plano. Como já mencionado anteriormente na seção de procedimentos metodológicos, foram simuladas diferentes alternativas de soluções para os problemas de drenagem identificados no diagnóstico, de modo que neste momento são apresentadas as alternativas com o melhor desempenho em relação ao seu potencial de contribuições na mitigação de riscos e o seu custo de execução.

Abaixo são caracterizadas as principais tipologias de medidas propostas, visando auxiliar no seu entendimento de um modo geral (conceitual), enquanto as próximas subseções deste capítulo apresentam de forma específica todas as ações propostas para cada uma das bacias. É importante salientar que em relação às medidas estruturais, o dimensionamento de estruturas foi realizado enquanto concepções básicas, sobretudo pela natureza e conceito de um plano, de modo que para a sua execução é necessário que sejam realizados projetos específicos (projeto básico, projeto executivo, etc).

i) Revitalização e Implementação de lagoas de amortecimento

A revitalização e implementação de lagoas de amortecimento foi proposta levando em consideração que em Petrolina já existem muitas destas, sendo algumas naturais e outras artificiais, e que já funcionam como dispositivos de drenagem (Figura 41). A sua adoção entre as propostas sugeridas no Plano leva em consideração o fato de que o amortecimento de vazões a partir de lagoas contribui para a redução do escoamento direcionado para a rede microdrenagem, riachos e canais.

Figura 41. Lagoa já existente na área urbana de Petrolina (Lagoa Dom Avelar).



Fonte: PDCA (2025).

Além dos custos abrangendo a requalificação de riachos e canais para vazões elevadas, sem amortecimento, o alargamento da seção de riachos e canais muitas vezes implica na necessidade de remoção de edificações já existentes no entorno, de modo que estas obras ocasionam transtornos sociais e econômicos para a população e estabelecimentos que precisam ser realocados. Sendo assim, buscou-se sempre que possível utilizar as lagoas já existentes na cidade, visando contribuir para o dimensionamento de riachos, canais e sistemas de microdrenagem.

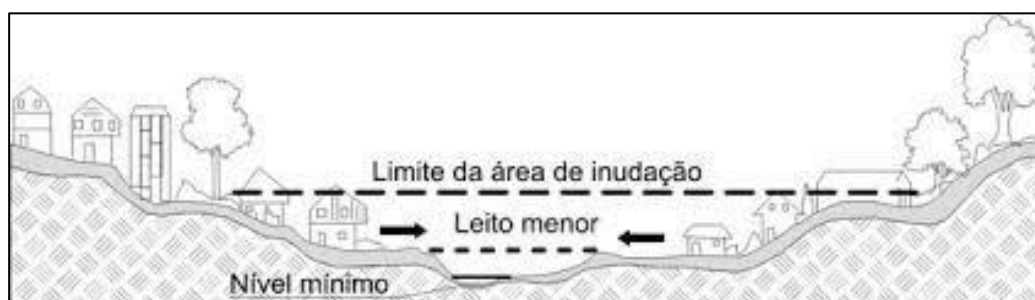
No entanto, as lagoas existentes na cidade funcionam atualmente de forma natural, sem que a sua capacidade e estrutura sejam adequadas para que exerçam efetivamente o seu potencial enquanto lagoa de amortecimento. Nas simulações realizadas, verificou-se que em sua maioria, ocorrem transbordamentos para chuvas com tempo de recorrência de 25 anos, acarretando danos para edificações existentes ao redor.

Nesse contexto, a “revitalização e implementação de lagoas de amortecimento” é considerada no Plano como sendo a requalificação de lagoas existentes ou implementação de novas lagoas, no que diz respeito ao redimensionamento adequado em relação à sua área de contribuição e o volume total de armazenamento, e a sua integração efetiva ao sistema de drenagem do município. Além do seu dimensionamento, considera-se no contexto desta ação, a integração das lagoas com riachos ou canais de modo que o escoamento amortecido possa ser drenado após a ocorrência de chuvas, garantido sempre o seu volume de espera e que assim possam funcionar como dispositivos de amortecimento mesmo para eventos chuvosos ocorridos em dias consecutivos.

ii) Revitalização de calha de riachos

Todos os riachos existentes na área urbana consolidada de Petrolina apresentam pontos de transbordamentos e a ocorrência de danos causados pelas inundações. Para Tucci (2008), um corpo hídrico possui dois leitos (calhas), sendo um leito menor que corresponde ao seu escoamento normal em períodos sem chuva, e um leito maior que corresponde à área de inundação em eventos de chuvas intensas (Figura 42).

Figura 42. Leitos (calhas) de um rio.



Fonte: Tucci (2007)

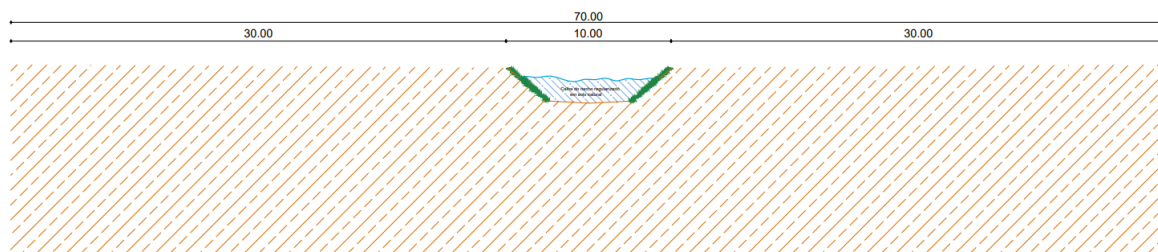
Partindo deste princípio, e no que diz respeito apenas a requalificação de riachos e canais, problemas relacionados às inundações podem ser mitigados a partir do controle da ocupação urbana, de modo a impossibilitar a existência de imóveis localizados sobre a área inundável (leito/calha maior), ou ampliando a capacidade de vazão do leito menor de modo que o mesmo comporte toda a vazão mesmo em períodos chuvosos. Enquanto a primeira alternativa respeita o regime natural do riacho sem a necessidade de intervenções físicas em seu leito natural, na maioria dos casos em cidades brasileiras esta opção provoca as remoções de imóveis localizados na área inundável, causando transtornos sociais e econômicos para a população e estabelecimentos removidos, acarretando muitas vezes na desconfiguração do tecido urbano em áreas já consolidadas. Por sua vez, a segunda opção busca ampliar a capacidade de escoamento do leito menor e a redução da área inundável, reduzindo a possibilidade de remoção de imóveis, porém origina intervenções físicas no leito natural do corpo hídrico que podem desconfigurar aspectos relacionados ao seu regime natural.

No caso de Petrolina, considerando que os riachos localizados na área urbana encontram-se em bairros já consolidados, buscou-se evitar a remoção de imóveis em áreas consolidadas, e assim, optou-se pela requalificação do leito menor dos riachos, ampliando a sua capacidade de vazão, de modo que a área inundável não ultrapasse os limites da sua calha requalificada.

Dessa forma, na simulação de cenários futuros, buscou-se adequar as dimensões do leito menor dos riachos de modo que a sua capacidade de escoamento correspondesse às vazões calculadas para chuvas de projeto com tempo de retorno de 25 anos. Considerou-se também características relacionadas à adoção de seção do tipo trapezoidal e revestimento natural (coeficiente de Manning de 0.035), uma vez que seções retangulares e com revestimento em concreto causam impactos consideráveis nas características de corpos hídricos naturais (

Figura 43). Por fim, buscou-se respeitar as cotas de fundo existentes atualmente nos riachos, porém, verificou-se a necessidade de que sejam realizadas alterações das cotas de fundo em trechos que atualmente apresentam declividade muito baixa e não favorecem o escoamento.

Figura 43. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de riachos.



Fonte: PDCA (2025).

Além destes elementos, a revitalização de calha de riachos compreende também o redimensionamento das passagens existentes sobre as vias, uma vez que foram identificados diversos pontos de estrangulamento (Figura 44). Nestes pontos, as galerias e pontilhões foram implantados de forma subdimensionada para vazões elevadas (tempo de recorrência de 25 anos), dificultando o escoamento no riacho e gerando trechos de inundação a partir do acúmulo de água nestes pontos. Neste sentido, a requalificação dos riachos deve considerar que as galerias e pontilhões sobre o corpo hídrico tenham plena capacidade de escoamento em relação às vazões do riacho.

Figura 44. Passagens configuradas como pontos de estrangulamento.



Fonte: PDCA (2025).

Por fim, embora a requalificação dos riachos promova o aumento da capacidade de escoamento e a mitigação dos riscos relacionados às inundações, tais intervenções precisam seguir diretrizes que busquem ao máximo manter o riacho de forma naturalizada, evitando a artificialização de um corpo hídrico natural. Intervenções físicas em riachos naturais realizadas de forma indiscriminada podem acarretar prejuízos ambientais, além de se tornarem elementos que depreciam a paisagem urbana, reduzindo a qualidade de vida da população no que diz respeito ao acesso para áreas naturais. Sendo assim, sobre este aspecto, recomenda-se que a requalificação de riachos considere a naturalização dos corpos hídricos. Nos exemplos apresentados na Figura 45 é possível observar que foram realizadas intervenções na geometria das seções dos riachos para o alargamento de seções e aumento da sua capacidade de vazão, mas que ainda assim, o corpo hídrico se apresenta de forma natural. Estes aspectos são de extrema importância para garantir as condições ambientais necessárias para o riacho, além de contribuir de forma paisagística.

Figura 45. Exemplos de riachos com calha alargada de forma naturalizada.



Fonte: Programa Cidades Sustentáveis (2022).

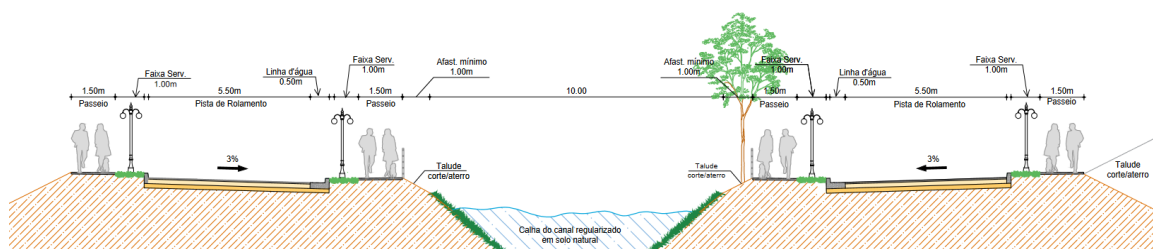
Fonte: Urban Change (2008).

iii) Revitalização e implementação de calha de canais

Assim como para os riachos naturais, foram estabelecidas ações relacionadas à revitalização de calha de canais, os quais podem ser entendidos como a rede de macrodrenagem secundária, seja o seu o traçado correspondente à talvegues naturais ou artificiais. Muitos canais existentes na área urbana consolidada de Petrolina apresentam pontos de transbordamentos e a ocorrência de danos casos por inundações nestes locais.

Seguindo as mesmas diretrizes estabelecidas para os riachos naturais, a revitalização de canais envolve o redimensionamento das suas seções transversais, o ajuste de declividade, e desobstrução de passagens sobre vias que se configuram como pontos de estrangulamento, conforme detalhado anteriormente para a requalificação de riachos. No entanto, os canais foram dimensionados com seções retangulares e com revestimento que permita uma maior velocidade de escoamento (rugosidade/coeficiente de Manning em torno de 0.015) (Figura 46). Sobre este último aspecto, foi observado que os canais existentes na cidade em sua maioria possuem restrições físicas (ocupações e vias urbanas em suas margens imediatas) que impedem o seu alargamento em algumas situações, de modo que a adoção de seção retangular, elevação da declividade, e revestimento com menor rugosidade pode contribuir para o aumento da capacidade de escoamento do canal, sem que seja necessário adotar larguras de seções maiores.

Figura 46. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de canais.



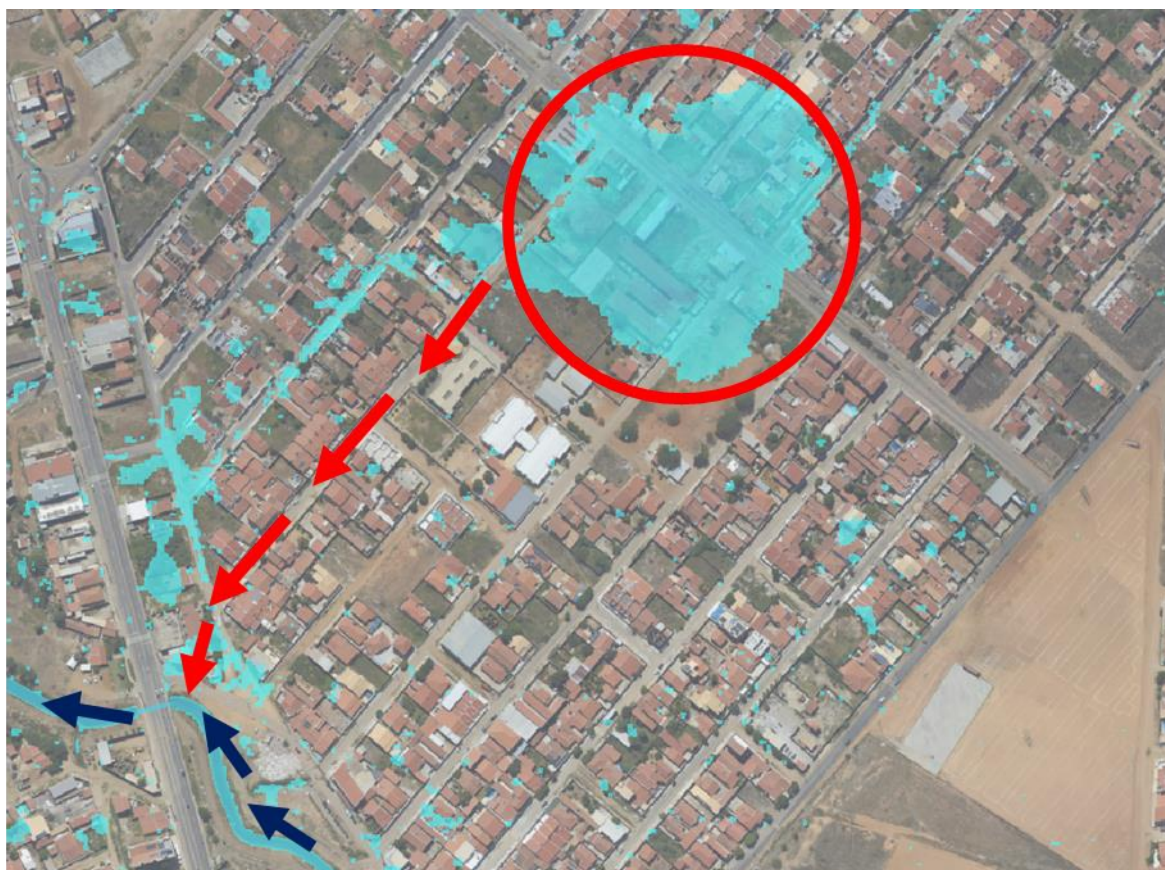
Fonte: PDCA (2025).

iv) Implementação e redimensionamento de microdrenagem

Foi observado que existem áreas da cidade que se configuram enquanto pontos baixos da microbacia mas que não estão conectadas hidraulicamente com o talvegue natural ou galerias existentes, acarretando assim em problemas relacionados à alagamentos nestes pontos. Em outros casos, observou-se a existência de rede microdrenagem, mas, no entanto, sendo necessário realizar o seu redimensionamento para o tempo de retorno de 25 anos, como ocorre atualmente na Av. Mar da Tasmânia (Figura 47). Neste contexto, as ações relacionadas à tais situações correspondem a implantação de sistema de microdrenagem por galerias subterrâneas, de forma a efetivar a conexão hidráulica com a rede de macrodrenagem e garantir o escoamento nestas áreas.

Também foram identificadas situações em que os alagamentos são ocasionados devido a ocupação irregular, sem a elaboração de projeto de loteamento, e consequentemente sem o planejamento da sua drenagem. Em alguns casos, a implementação de sistema de microdrenagem pode realizado apenas a partir de escoamento superficial, a partir de ajustes no greide das vias, pavimentação, implantação de sarjetas e terraplanagem nos lotes.

Figura 47. Alagamento na Av. Mar da Tasmânia por insuficiência de microdrenagem.



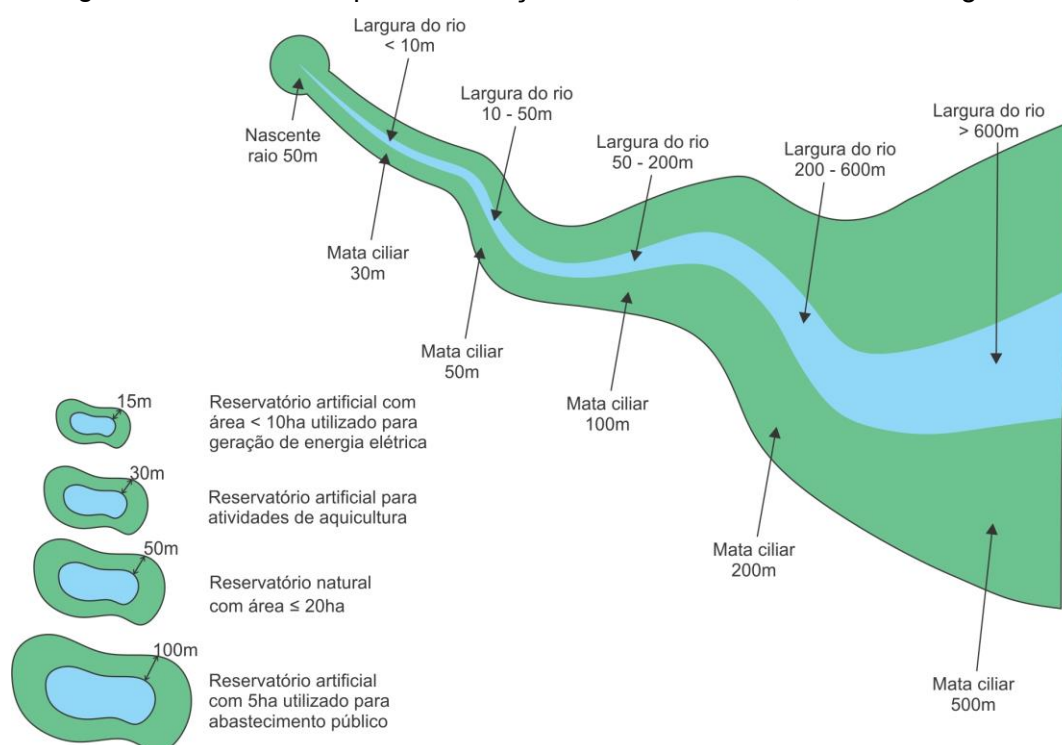
Fonte: PDCA (2025).

v) Delimitação de Áreas de Proteção Permanente

Na etapa de diagnóstico foi observado que diversos problemas de drenagem existentes no município se devem ao fato de que todos os riachos localizados na área urbana tiveram suas margens ocupadas por edificações e/ou tiveram seus cursos obstruídos e/ou modificados por loteamentos. Além de prejudicar a preservação destes corpos hídricos naturais, a ocupação de margens de rios e riachos acarreta a exposição destes imóveis a inundações e promovem o estreitamento da sua calha, que por sua vez, amplia ainda mais a probabilidade de danos ocasionados por eventos de maior intensidade.

Neste aspecto, a Lei Federal Nº 12.651 de 25 de maio de 2012 (Código Florestal), estabelece que rios e riachos devem possuir Áreas de Proteção Permanente (APP) delimitadas ao longo das suas margens, as quais não podem ser ocupadas por edificações e devem manter a vegetação lindeira (mata ciliar) preservada. De acordo com a referida lei, a largura da faixa de APP deve ser estabelecida em função da largura do corpo hídrico, em que de forma diretamente proporcional, conforme ilustrado na Figura 48. Sendo assim, enquanto medida não estrutural, recomenda-se a delimitação de APP's para todos os rios, riachos e lagoas naturais existentes no município de Petrolina, visando o cumprimento da referida e reconhecendo a sua importância para a preservação dos corpos hídricos naturais existentes no município, além de contribuir para o sistema de macrodrenagem municipal.

Figura 48. Parâmetros para a definição de APP's em rios, riachos e lagoas.



Para os rios e riachos existentes no município, todos estes possuem calha com largura de até 10 metros, com exceção do Rio São Francisco, de modo que as suas respectivas APP's foram delimitadas na faixa de 30 metros a partir de cada uma de suas margens. Por sua vez, as lagoas existentes, por se tratar de lagoas localizadas em áreas urbanas, estas se enquadram na delimitação de APP's com faixa de 30 metros em relação às suas margens.

Além da delimitação das suas respectivas poligonais, recomenda-se como medidas propostas a implantação efetiva destas APP's, considerando que nas últimas décadas tem sido reconhecida a importância promover a sua integração e uso no contexto urbano. Neste aspecto, as APP's localizadas em áreas urbanizadas do município devem ser constituir enquanto parques urbanos, arborizados de acordo com os parâmetros recomendados para a restauração florestal, e dotados de equipamentos de lazer (Figura 49). Dessa forma, além de garantir todos os benefícios das APP's no que diz respeito à preservação ambiental e função de macrodrenagem de rios e riachos, a sua implementação efetiva irá contribuir para a redução de ocupações irregulares e ampliar a oferta de equipamentos públicos de lazer ao ar livre. Por sua vez, para ainda áreas ruralizadas, as APP's devem ser apenas delimitadas terem a sua recomposição florestal, sem que seja necessário se configurar enquanto equipamento de lazer urbano.

Figura 49. Exemplos de parques urbanos implantados em APP's.



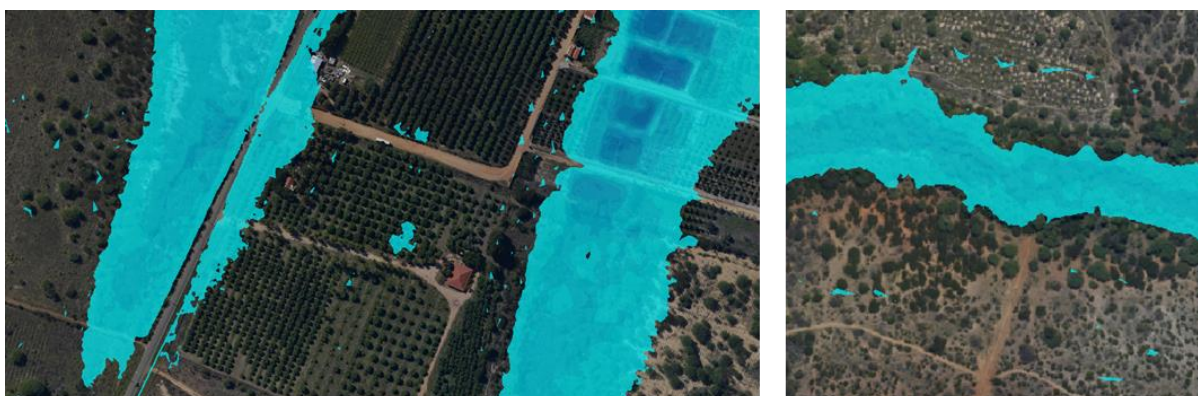
vi) Delimitação de Áreas “Non Aedificandi”

Enquanto as APP's são voltadas especificamente para rios, riachos e lagoas naturais, recomenda-se aqui a delimitação de áreas “Non Aedificandi” na faixa de 10 metros a partir de cada uma das margens de canais e lagoas construídas, e de talvegues naturais primários (ordem 1). Com isso busca-se restringir a ocupação destas áreas e garantir a preservação das suas margens, mesmo para canais e lagoas construídas ou para talvegues naturais de menor porte, para os quais não se aplica o Código Florestal. Além disso, recomenda-se a delimitação de áreas “Non Aedificandi” em rios, riachos e lagoas naturais localizadas em áreas urbanas consolidadas, onde não é possível fazer a remoção de edificações na faixa de 30 metros a partir de cada uma das suas margens.

vii) Delimitação de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações

Considerando a Lei Federal 10.257 de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade), e a Lei Federal 12.608 de 10 de abril de 2012 (Política Nacional de Proteção e Defesa Civil), é responsabilidade dos municípios realizar o mapeamento de áreas suscetíveis à ocorrência de desastres, onde se incluem as inundações, para que sejam estabelecidas restrições de ocupações nestas áreas. Por sua vez, a Lei Municipal 034 de 25 de fevereiro de 2022 (Plano Diretor Participativo do município de Petrolina/PE) estabelece que *“é proibido o parcelamento de solo para fins urbanos em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas e cujo projeto de drenagem seja aprovado pelo Município”*. Dessa forma, no Plano de Macrodrenagem são indicadas todas as áreas suscetíveis à ocorrência de inundações e sendo estabelecidas o seu caráter de ocupação restrita, de modo que o município possa realizar o controle da ocupação nestas áreas (Figura 50).

Figura 50. Delimitação de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações.



Fonte: PDCA (2025).

8.2 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 01

Por ser uma bacia que ainda não possui ocupação urbana, as ações propostas para a bacia 01 se configuram basicamente como medidas não estruturais, de caráter preventivo, relativas ao zoneamento de áreas de ocupação restrita.

Na etapa de diagnóstico, foi observado que existência de muitos problemas relacionados às inundações e alagamentos no município de Petrolina se deve à ocupação urbana em áreas inundáveis, as quais poderiam ser evitadas caso a ocupação destas áreas tivesse respeitado a calha inundável dos rios, riachos e linhas de drenagem natural.

Neste aspecto, buscando estabelecer a ocupação urbana adequada da bacia 01 em um momento futuro, são recomendadas a delimitação de áreas de proteção permanente nas margens de riachos, dos principais talwegues e de lagoas naturais existentes na bacia, e a delimitação de áreas “*Non Aedificandi*” em talwegues naturais de menor porte.

Além disso, também foram definidas as áreas sujeitas à ocorrência de inundações na Bacia, de modo que possam ser aplicadas nestas áreas a recomendação estabelecida no Plano Diretor Participativo de Petrolina (Lei Municipal 034 de 25 de fevereiro de 2022), em que “é proibido o parcelamento de solo para fins urbanos em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas e cujo projeto de drenagem seja aprovado pelo Município”

Dessa forma, buscou-se estabelecer no Plano um conjunto de ações para a Bacia 01 que se configuram como medidas preventivas uma vez que ainda não há ocupação urbana. A delimitação das áreas de ocupação restrita propostas para a Bacia 01 pode ser visualizada no mapa apresentado no Anexo 1.

8.3 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 02

Na Bacia 02 foram identificados três pontos críticos, que correspondem à ocorrência de alagamentos nos bairros Jardim Petrópolis (Figura 51 – Ponto 1) e Alto da Boa Vista (Figura 51 – Ponto 2), e no trecho de jusante do Riacho Vitória onde foram identificadas áreas suscetíveis à ocorrência de inundações pelo transbordamento da calha do riacho em eventos intensos e que atualmente já afetam edificações existentes (Figura 51 – Ponto 3).

Figura 51. Pontos críticos na Bacia 02



Fonte: PDCA (2025).

Em relação aos alagamentos existentes no bairro Jardim Petrópolis (Figura 51 – Ponto 1), verifica-se que a área não possui rede de microdrenagem, assim como a ocupação urbana foi realizada de forma irregular sobre o talvegue natural. Dessa forma, tal configuração dificulta o escoamento superficial, além de que as condições do terreno favorecem o acúmulo de água em pontos baixos existentes, os quais acarretam alagamentos durante eventos intensos. Para este problema, adotou-se a revitalização de uma lagoa de amortecimento integrada, por sistema de bombeamento, com o canal existente que se inicia na rua Cinquenta e Sete e tem o seu deságue no Afluente do Riacho Vitória, incluindo também a implantação de trechos atualmente inexistentes (Figura 52 e Anexo 2). Para a definição de lagoa de retenção enquanto solução adotada, buscou-se explorar alternativas na modelagem de cenários futuros, como a implantação de rede de microdrenagem (drenagem profunda) em todo o bairro e/ou a desocupação de todos os imóveis localizados em áreas sujeitas à alagamentos atualmente. No entanto, optou-se pela utilização de lagoa considerando que atualmente a sua área de implantação já existe e que já cumpre função amortecimento, sendo necessário apenas o seu redimensionamento para garantir o amortecimento de toda a sua área de contribuição. Além disso, considerando que se trata de uma área de ocupação irregular em que não houve a realização de projetos para o seu loteamento, também será necessário realizar a requalificação urbana do bairro, sobretudo no que diz respeito a microdrenagem (seja ela superficial ou profunda).

No que diz respeito aos alagamentos existentes no bairro de Alto da Boa Vista (Figura 51 – Ponto 3), verificou-se a necessidade de readequar o sistema de microdrenagem (drenagem profunda), de modo a garantir o escoamento pelo Canal da Av. Tapuio (Figura 52 e Anexo 2). No entanto, verificou-se também a necessidade de realização de estudos detalhados para verificar a necessidade de redimensionamento do Canal da Av. Tapuio, uma vez que este atualmente já atingiu a sua capacidade máxima de escoamento (Figura 52 e Anexo 2).

Em relação à área inundável localizada no trecho de jusante final do Riacho Vitória, optou-se apenas pela definição da área suscetível à ocorrência de inundações, com ocupação restrita, e a realização de levantamento de edificações atualmente existentes e que se configuram como áreas de riscos. Neste aspecto, na modelagem de cenários futuros buscou-se também alternativas como medidas estruturais que reduzissem a área inundável e mitigassem o risco existente (alargamento de calha do riacho, implantação de barramento à montante etc.), de modo que não fosse necessário realizar eventuais embargos para as edificações já existentes no local. No entanto, todas as soluções baseadas em medidas estruturais simuladas não apresentaram viabilidade de execução, sobretudo pela relação entre o custo financeiro de implementação e o fato de que esta é uma área de baixa densidade urbana, onde se torna mais viável realizar o controle da sua ocupação. Além disto, esta é uma área de relevância ambiental por se tratar do ponto de encontro entre o Riacho Vitória e o Rio

São Francisco, e assim, evitou-se a recomendação de propostas que pudessem ocasionar em alterações ambientais bruscas.

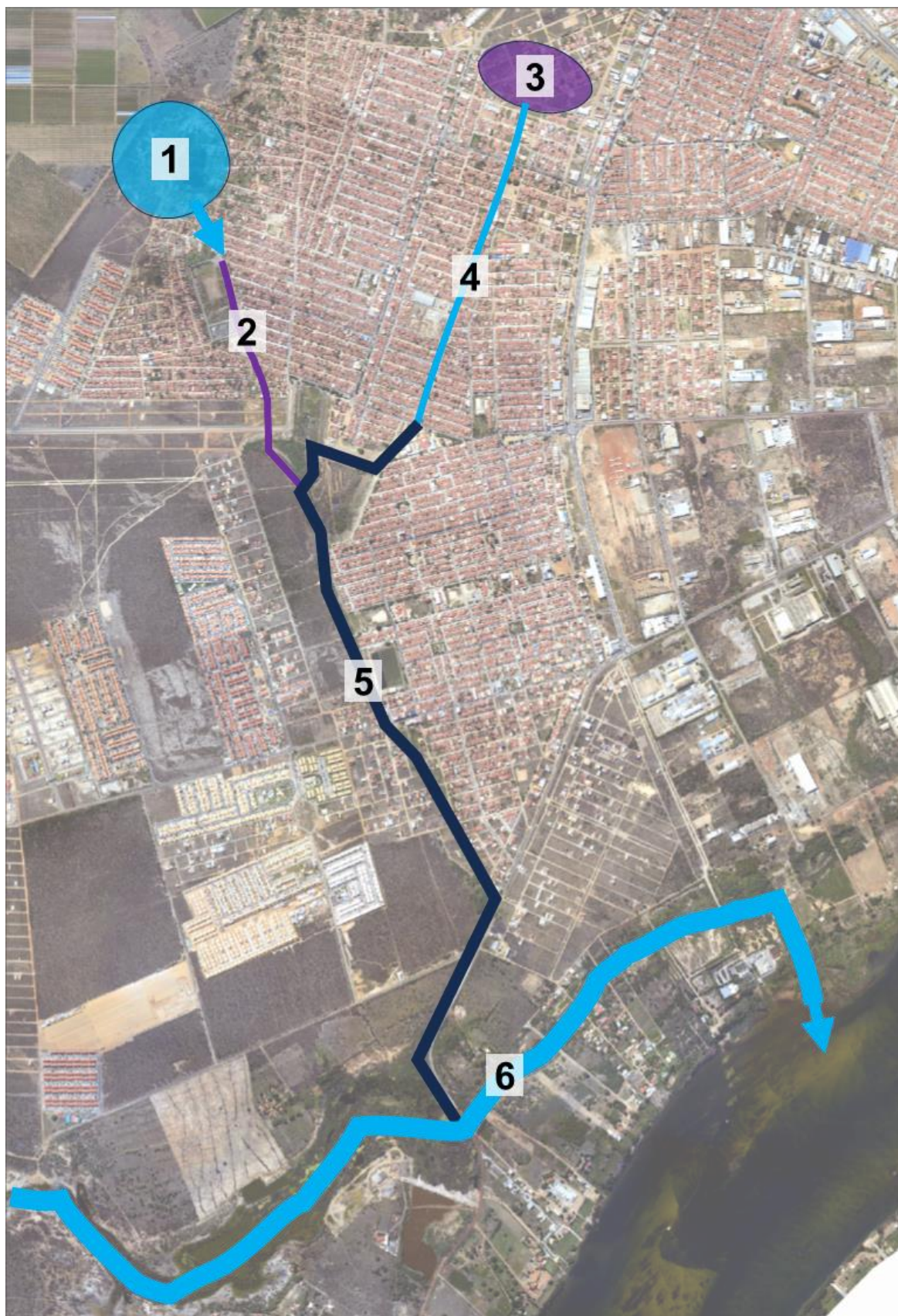
Além destas ações propostas especificamente para os trechos críticos citados, foram determinadas como diretrizes: a revitalização da calha de riachos e canais localizados na bacia; a readequação das travessias (bueiros e pontilhões) de modo que não se configurem como pontos de estrangulamento; a delimitação das Áreas de Proteção Permanente nas margens de riachos, talwegues e lagoas naturais; a delimitação de áreas “*Non Aedificandi*” em canais (com exceção dos trechos em galerias), lagoas artificiais e lagoas e riachos naturais em áreas urbanas consolidadas; delimitação de áreas “*Non Aedificandi*” para áreas suscetíveis à ocorrência de inundações. No que diz respeito à delimitação de áreas com restrição de ocupação, estas foram definidas para toda a bacia, incluindo áreas ainda não ocupadas e áreas rurais, tornando-se assim ações de cunho preventivo considerando a expansão urbana futura de modo compatível com a macrodrenagem do município.

Como resumo das ações apresentadas desta seção do relatório, a Figura 52 apresenta o mapa com a localização das principais propostas adotadas para a bacia, em que:

- 1) Revitalização da lagoa no Bairro Jardim Petrópolis e zoneamento da área de ocupação restrita em seu entorno;
- 2) Revitalização de calha do canal, readequação das travessias (bueiros e pontilhões) e zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;
- 3) Readequação da rede de microdrenagem no Bairro do Alto da Boa Vista;
- 4) Realização de Estudo de Microdrenagem do Canal da Av. Tapuio, para avaliar a sua capacidade em relação à sua área de contribuição;
- 5) Revitalização de calha do afluente, readequação das travessias (bueiros e pontilhões) e zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;
- 6) Revitalização de calha do Riacho Vitória, readequação das travessias (bueiros e pontilhões), zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens (área de proteção permanente e área “*Non Aedificandi*” nos trechos inundáveis), levantamento de imóveis existentes em situação de risco.

Por fim, a Figura 52 apresenta de forma esquemática apenas as principais ações propostas para a área já urbanizada, de modo que todas as diretrizes são apresentadas na Tabela 2 e em mapa no Anexo 2.

Figura 52. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 02



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 9. Medidas Propostas para a Bacia 02

Trecho	Medidas Propostas
Trecho 01 - Lagoa Jardim Petrópolis até PE-655	Delimitar APP ao longo da Lagoa Jardim Petrópolis;
	Delimitar área “Non Aedificandi” no canal Jardim Petrópolis (trecho aberto);
	Desapropriar imóveis em APP ou áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em APP ou áreas “Non Aedificandi”;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento na lagoa;
	Revitalizar lagoa Jardim Petrópolis;
	Realizar limpeza e regularização da lagoa Jardim Petrópolis;
	Manter canal existente entre a Rua Carminha Chaves e a Rua Demétrio F. de Carvalho (ao longo da rua Cinquenta e Sete) com seção retangular de 2,40m de largura média;
	Verter águas excedentes da Lagoa do Jardim Petrópolis em direção ao canal Jardim Petrópolis, próximo à Rua Cinquenta e Sete, por bombeamento;
	Revitalizar canal, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 5,0m de largura entre a Rua Demétrio F. de Carvalho e a rua Oscár Brasileiro de Souza;
	Remover galeria existente e implantar BDCC de 1,5m X 1,5m da rua Oscár Brasileiro de Souza até após a Av. São Gonçalo;
	Delimitar área “Non Aedificandi” no Afluente do Riacho Vitória;
	Revitalizar Afluente do Riacho Vitória, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre o final do canal da Av. Tapuio (Rua do Maracujá) e a PE-655 (encontro com Riacho Vitória), com vias laterais entre a Rua Quinze e a Avenida Luiz de Souza;
	Executar enrocamento na lateral da PE-655;
	Implantar canal trapezoidal de 5m de largura entre a Av. São Gonçalo (final do BDCC) e encontro com Afluente do Riacho Vitória;
	Implantar calha trapezoidal de 10m de largura do final do canal da Av. Tapuio (Rua do Maracujá) até PE-655;
	Manter BQCC (quádruplo) de 1,5m X 1,5m na Rua Dom Tomaz;
	Implantar BTCC de 1,5m X 1,5m na rua Quinze;
	Implantar BTCC de 1,5m X 1,5m em travessia lateral a PE-655 próximo à rua Maitaca Verde.
Trecho 02 - Canal da Av. Tapuio	Realizar estudos de microdrenagem para o Canal da Av. do Tapuio.
Trecho 03 - Zona Rural até o Rio São Francisco	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Delimitar área “Non Aedificandi” em área alagável;
	Desapropriar imóveis em APP ou áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em APP ou áreas “Non Aedificandi”;
	Revitalizar riacho, reestabelecendo calha trapezoidal de base maior de 10m de largura;
	Retirar dispositivos de travessias existentes, permanecendo apenas acesso a Compesa.

8.4 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 03

Na bacia 03 foram identificados os principais problemas existentes em Petrolina no que diz respeito à drenagem urbana, principalmente pelo fato de que as características da bacia contribuem para a formação de vazões elevadas, ao passo em que o leito menor do seu talvegue principal (Riacho das Porteiras) não comporta todo o escoamento em sua calha e acarreta pontos de transbordamento às suas margens. Além disso, a bacia apresenta transbordamento de canais afluentes do Riacho das Porteiras, os quais não comportam vazões para o tempo de recorrência de 25 anos, e alagamentos ocasionados pela ausência de sistema de microdrenagem.

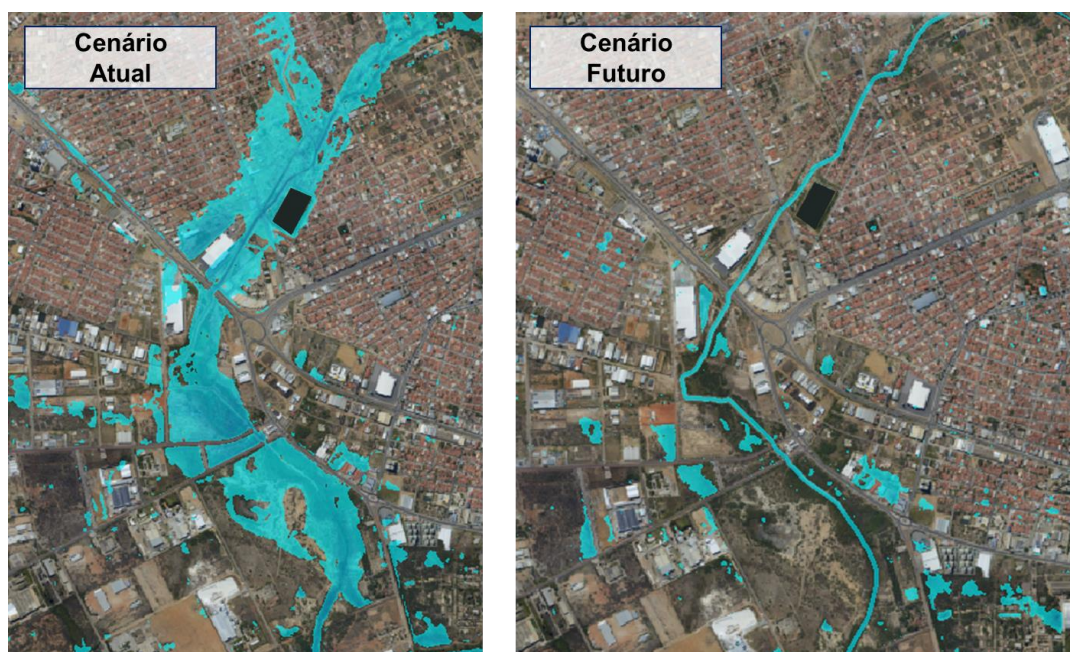
Em relação ao Riacho das Porteiras, que é o talvegue principal da bacia, o seu leito maior (área inundável) na área urbana é ocupado por edificações de forma consolidada, de modo que são identificados danos e prejuízos ocasionados por inundações nestas áreas. Neste contexto, na modelagem de cenários futuros buscou-se inicialmente explorar alternativas relacionadas ao amortecimento das vazões (barramentos, lagoas de amortecimento, etc.), de modo que o redimensionamento da sua calha não acarretasse desapropriações/desocupação/remoção de imóveis localizados em áreas consolidadas da cidade. No entanto, as soluções relacionadas ao amortecimento de vazões em seu curso não demonstraram desempenho satisfatório para a mitigação efetiva dos riscos existentes, ou não apresentaram viabilidade técnica ou financeira.

Sendo assim, optou-se pela revitalização da calha do Riacho das Porteiras para que a sua capacidade esteja compatível com as vazões de projeto, as quais chegam a atingir aproximadamente $65\text{m}^3/\text{s}$ para o tempo de recorrência de 25 anos. Nesse sentido, a revitalização do Riacho das Porteiras demanda por uma calha de largura com dimensões elevadas (entre 10 metros e 25 metros), principalmente por se tratar de vazões elevadas e as características do terreno se configurarem como áreas planas de baixa declividade.

A partir de simulações por modelagem hidrodinâmica verificou-se que, enquanto projeto em nível conceitual, a revitalização do Riacho das Porteiras deve levar em consideração todos os elementos descritos anteriormente na seção inicial deste capítulo, abrangendo: a) o alargamento da sua seção entre 10 metros e 25 metros (caso sejam preservadas as cotas de fundo atuais); b) redimensionamento de passagens sobre vias; c) ajustes de declividades; d) revestimento natural, desde que favoreça o escoamento (rugosidade / manning em torno de 0.035).

Como pode ser observado na **Erro! Autoreferência de indicador não válida.**, a adoção destas medidas irá contribuir significativamente para a mitigação dos danos e prejuízos ocasionados atualmente em decorrência de inundações no Riacho das Porteiras. Por sua vez, a delimitação de áreas de ocupação restrita irá contribuir para a preservação ambiental do riacho e para a mitigação de riscos existentes atualmente a partir da remoção de edificações em áreas restritas e redução da vulnerabilidade.

Figura 53. Redução de área inundável a partir da revitalização do Riacho das Porteiras.



Fonte: PDCA (2025).

No entanto, como já mencionado anteriormente, a execução de intervenções físicas desta magnitude não deve estar focada exclusivamente na função do corpo hídrico apenas como dispositivo de drenagem, e deve levar em consideração aspectos ambientais, urbanísticos e paisagísticos. Por tais razões, recomenda-se que a revitalização do Riacho das Porteiras considere a implantação de duas calhas, sendo a primeira o seu leito menor dimensionado para as vazões normais do riacho, e a segunda calha correspondendo ao seu leito maior dimensionado para comportar o escoamento durante eventos de chuvas intensas (tempo de recorrência de 25 anos). O leito menor se faz necessário para garantir a existência do riacho, uma vez que a sua vazão normal é consideravelmente baixa em relação a uma seção transversal de 10 metros a 25 metros, podendo acarretar lâminas d'água menores que 10 centímetros e ampliar os efeitos de evapotranspiração, além de outros prejuízos ambientais. Além disso, a adoção de duas calhas irá possibilitar que o seu leito maior possa ser utilizado como parque linear durante os períodos secos, contribuindo assim não só para a drenagem

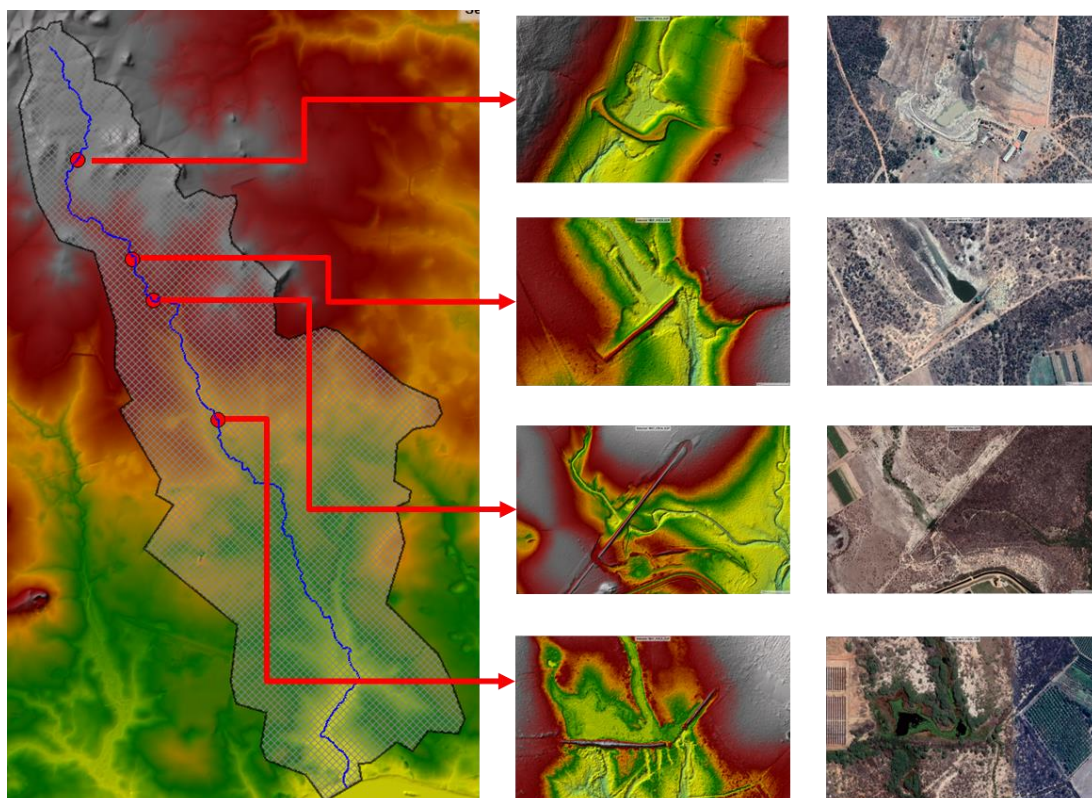
urbana, mas como também para a qualidade de vida da população no que diz respeito ao acesso à equipamentos urbanos de lazer públicos.

Figura 54. Revitalização de riachos em duas calhas



Por fim, no que se trata do Riacho das Porteiras, se faz necessário considerar a existência de 04 barramentos na área rural da bacia, as quais contribuem significativamente para o amortecimento do escoamento (Figura 55 e Tabela 3). No entanto, estes barramentos são estruturas existentes em propriedades rurais privadas, para fins de armazenamento de água, sendo necessário realizar o Plano de Segurança de Barragens e inspeções para avaliação do estado de conservação da sua estrutura e análise do seu potencial no amortecimento de cheias.

Figura 55. Barramentos existentes na Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

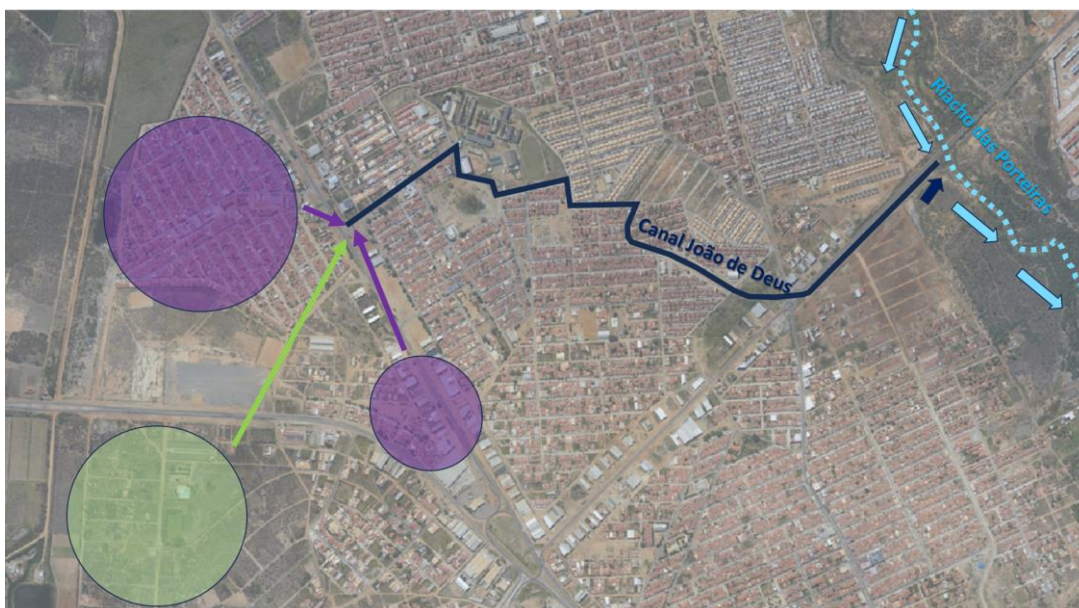
Tabela 10. Localização dos barramentos existentes na Bacia 03

Barramento	Latitude (WGS84)	Longitude (WGS84)
Barramento 01	-9.230328°	-40.596009°
Barramento 02	-9.257818°	-40.580895°
Barramento 03	-9.269349°	-40.575211°
Barramento 04	-9.302352°	-40.557204°

Fonte: PDCA (2025).

Em seguida, o Canal João de Deus foi segundo trecho crítico analisado na bacia, o qual opera atualmente em condições limitadas para o tempo de retorno de 25 anos e onde são relatados problemas relacionados à pontos de transbordamento durante a ocorrência de chuvas intensas. Além disso, existem áreas localizadas na sub bacia do Canal João de Deus que apresentam pontos de alagamentos ocorridos com frequência, demandando assim a implantação de rede de microdrenagem para promover o escoamento efetivo entre estas áreas e o canal (Figura 56). No bairro Cosme e Damião, os pontos críticos estão localizados na Av. Santo Moxotó e no entorno da Rua Agrião, onde recomenda-se a implantação de galerias subterrâneas que garantam o escoamento para o Canal João de Deus. Da mesma forma, no bairro Portal da Cidade os pontos críticos se localizam no entorno da Rua Berimbau e da Rua I, sendo implantar galerias para a conexão entre o bairro e o canal (Figura 56). Sendo assim, recomenda-se a revitalização e ampliação da calha do Canal João de Deus, sobretudo para o aumento da sua capacidade de escoamento, considerando a inclusão das contribuições provenientes dos bairros Cosme e Damião, IPSEP II e Portal da Cidade.

Figura 56. Medidas propostas relacionadas ao Canal João de Deus.



Fonte: PDCA (2025).

No Canal do Vale do Grande Rio, localizado no Bairro Pedro Raimundo, as medidas recomendadas abrangem a revitalização da sua calha, incluindo o seu redimensionamento para o tempo de retorno de 25 anos, e considerando também que a sua capacidade seja ampliada para comportar áreas do bairro que se configuram como pontos baixos e que atualmente não estão conectadas com o canal, consistindo em pontos de alagamento em chuvas intensas. De modo mais crítico, no Bairro Pedro Raimundo são identificadas duas áreas onde ocorrem os maiores danos ocasionados por alagamentos, sendo necessário implementar sistema de microdrenagem para que o escoamento possa ser direcionado para o Canal do Vale do Grande Rio (Figura 57). Além disso, no cenário atual verifica-se que o bairro é afetado pelo de transbordamento do Canal João de Deus e do Riacho das Porteiras, de forma que tais problemas serão mitigados a partir das ações relacionadas à revitalização do canal e do riacho, conforme descrito nas duas medidas propostas anteriormente.

Figura 57. Medidas propostas para o Canal do Vale do Grande Rio.



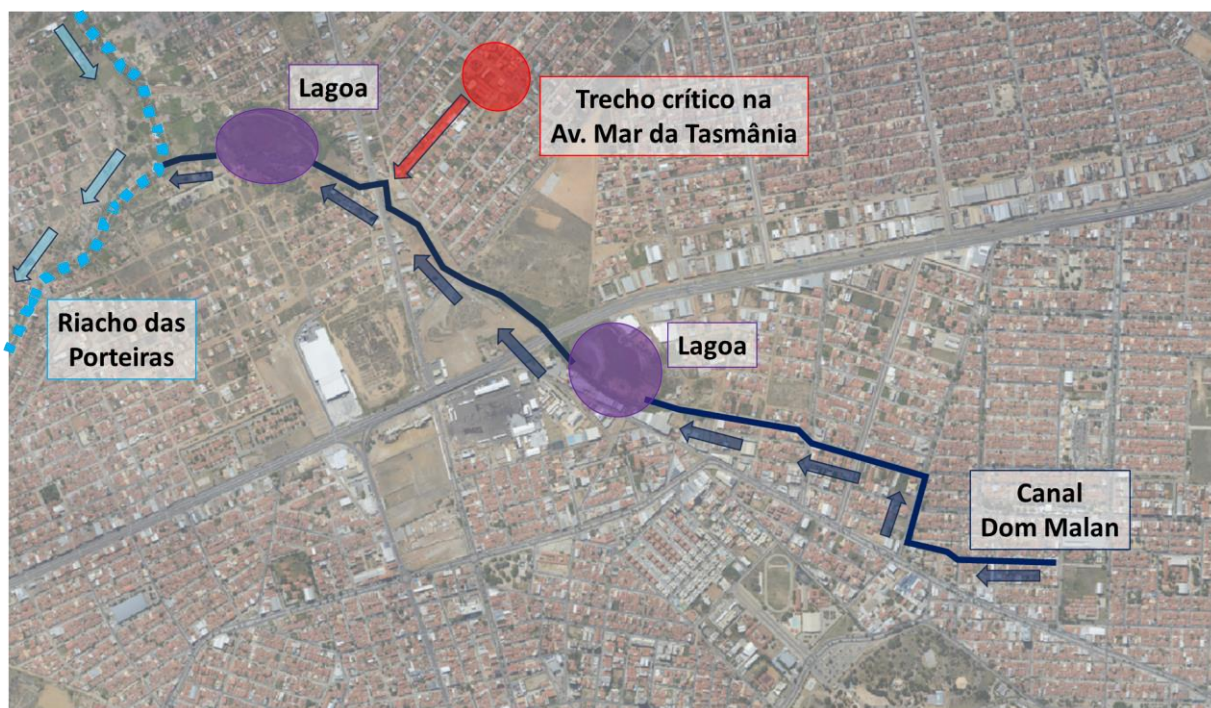
Fonte: PDCA (2025).

Em relação ao canal Dom Malan, que deságua no Riacho das Porteiras, foi observado que ele opera em condições críticas para chuvas com tempo de retorno de 25 anos, acarretando pontos de alagamento, além de apresentar trechos consideravelmente danificados, em baixo estado de conservação. Nesse sentido, recomenda-se o redimensionamento da sua calha e adoção de galerias, visando ampliar a sua capacidade de escoamento para eventos críticos com tempo de retorno de 25 anos, sem comprometer as vias laterais (Figura 58).

Ainda na sub-bacia do Canal Dom Malan, o Bairro Antônio Cassimiro apresenta problemas de drenagem relacionados à alagamentos, sobretudo na Av. Mar da Tasmânia, sendo atualmente um dos principais pontos críticos existentes na cidade no que diz respeito à microdrenagem. Nesta área observa-se que as configurações do terreno resultam em pontos baixos que não permitem o escoamento apenas por meio de drenagem superficial (sarjetas etc.), sendo necessário readequar o sistema de microdrenagem por galerias subterrâneas existentes, para que o escoamento ocorra de forma efetiva até Canal Dom Malan (Figura 58).

Por fim, observou-se que as vazões de pico da sub-bacia do Canal Malan em seu exutório (Riacho das Porteiras) se aproximam de valores em torno de 15 m³/s, para o tempo de retorno de 25 anos, correspondendo à aproximadamente 23% da vazão de pico do Riacho das Porteiras em seu ponto de deságue final no Rio São Francisco. Ao mesmo tempo, identificou-se a possibilidade de revitalização de duas lagoas de amortecimento ao longo do canal, as quais irão contribuir para a redução das vazões no Riacho das Porteiras, além de ampliar a capacidade de drenagem do canal na própria sub-bacia (Figura 58).

Figura 58. Medidas propostas relacionadas Canal Dom Malan.



Fonte: PDCA (2025).

Assim, estas são as medidas propostas que estão relacionadas com trechos críticos existentes na Bacia 03, visando a mitigação dos riscos existentes em Petrolina. A Figura 59 apresenta a localização destas medidas principais, enquanto a Tabela 4 e o Anexo 03 contém todas as ações propostas para o Plano de Macrodrenagem. Em relação à Figura 59, têm-se:

- 1) Revitalização de calha do Riacho das Porteiras; zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;
- 2) Revitalização de calha do canal João de Deus; Implantação de sistema de microdrenagem conectando os bairros Cosme e Damião, IPSEP II e Portal da Cidade com o canal; zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;
- 3) Revitalização de calha do canal do Vale do Grande Rio; Implantação de sistema de microdrenagem conectando pontos baixos da sub-bacia com o canal; zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;
- 4) Revitalização de calha do canal Dom Malan; Revitalização de lagoas de amortecimento; Readequação do sistema de microdrenagem conectando pontos baixos da sub-bacia com o canal; zoneamento da área de ocupação restrita em suas margens;

Figura 59. Principais medidas propostas para a Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 11. Medidas propostas para a Bacia 03

Trecho	Medidas Propostas
Trecho 01 - Entre a BR-407 e o Rio São Francisco	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção da calha;
	Implantar BQCC(Quintúplo) de 3,0 x 2,0m na travessia da Av. José de Santana e da Av. Luiz de Souza;
	Implantar ponte de 25,0m de comprimento na travessia da Orla 3;
	Revitalizar riacho, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 25,0m de largura;
	Implantar canal de largura de 3,0m de próximo à ETA Petrolina II até a rua J.
Trecho 02 - Entre o ponto de encontro da Lagoa Antônio Cassimiro e BR-407	Delimitar área "Non Aedificandi" ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em áreas "Non Aedificandi";
	Desocupar imóveis em áreas "Non Aedificandi";
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Aterrar canal paralelo ao riacho que é utilizado para despejo de efluentes sem tratamento (chegando na Av. dos Tropeiros);
	Revitalizar riacho, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 25,0m de largura;
	Revitalizar canal do Dom Malan, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 5,0m de largura entre a Lagoa do Antônio Cassimiro e o encontro com Riacho;
	Implantar BQCC(Quintúplo) 2,5m x 1,5m na travessia da Rua Ataulfo Alves;
	Implantar BQCC(Quintúplo) 3,0m x 1,5m na travessia da Av. dos Tropeiros e da BR-407;
Trecho 03 - Trecho entre a Av. Transnordestina e ponto de encontro da Lagoa Antônio Cassimiro	Revitalizar canal, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 4,0m de largura ao lado do Atacadão até encontro com Riacho das Porteiras.
	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Revitalizar riacho, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 20,0m de largura;
	Recuperar vegetação ciliar;
	Revitalizar Afluente do Riacho, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura;
	Implantar enrocamento na Rua Santa Catarina;
	Manter BSCC (Sextúplo) de 2,0m x 1,6m na travessia da Rua Santa Catarina;
	Aterrar canal do Cacheado, após a realização dos estudos de microdrenagem e disciplinamento das águas;
	Implantar Parque Ecológico no riacho.
	Delimitar APP ao longo do riacho;

Trecho 04 - Trecho da Av. João Barbosa da Cunha até a Av. Transnordestina	Desapropriar imóveis em APP e áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em APP e áreas “Non Aedificandi”;
	Revitalizar riacho, restabelecendo a calha com 20,0m de largura no braço esquerdo e 10,0m no Afluente (lado direito);
	Implantar ponte de 20,0m de largura no braço esquerdo do Riacho das Porteiras na rua Vinte e Três;
	Implantar BDCC de 3,0m X 1,5m no Afluente do Riacho das Porteiras na rua Vinte e Três;
	Aterrar vala existente entre os dois braços do Riacho das Porteiras
	Implantar ponte de 20,0m de largura no braço esquerdo do Riacho das Porteiras na Av. da Fertilidade (Transnordestina);
	Realizar estudos de microdrenagem no Canal do Cacheado;
	Implantar canal de 5,0m de largura a partir da rua Vinte e Três até rua Projetada Um.
Trecho 05 - Canal do Dom Malan - Rua dos Jasmins até Lagoa do Antônio Cassimiro	Delimitar área “Non Aedificandi” ao longo do canal Dom Malan e lagoas Sete de Setembro e Antônio Cassimiro;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção do canal Dom Malan;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza e regularização das lagoas Sete de Setembro e Antônio Cassimiro;
	Revitalizar lagoas Sete de Setembro e Antônio Cassimiro;
	Recuperar vegetação ciliar da lagoa Antônio Cassimiro;
	Integrar trecho do canal Dom Malan com a Lagoa do Antônio Cassimiro (à montante e à jusante da lagoa), restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura;
	Implantar BTCC 1,5 x 1,5 m na travessia da Av. da Redenção e Av. Fernando Farias;
	Restaurar pontos danificados da estrutura do canal;
	Revitalizar canal trapezoidal, restabelecendo a calha com base maior de 5,0m de largura da Lagoa 7 de Setembro até Av. João Barroso Galvão;
	Implantar BTCC de 1,0 x 1,0m da Av. João Barroso Galvão até Rua dos Jasmins.
Trecho 06 - Canal do João de Deus - Av. Santa Moxotó até encontro com Riacho das Porteiras	Delimitar área “Non Aedificandi” ao longo do canal João de Deus;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Restaurar pontos danificados da estrutura do canal revestido;
	Revitalizar canal, restabelecendo calha em trecho de solo natural;
	Realizar estudos de microdrenagem nos bairros Cosme e Damião e IPSEP, com travessia na BR 407;
	Realizar estudos de microdrenagem no bairro Portal da Cidade com travessia na BR 235;
	Alargar canal existente com largura de 5,0m da BR 407 até a Rua Quatorze;
	Implantar travessia 5,0m de largura entre Rua Quatorze e Rua Dezoito;

	Alargar canal existente paralelo a Av. da Fertilidade para 15,0m de seção até encontro com Riacho das Porteiras;
	Alargar canal existente da Rua Dezoito para 10,0m de seção até Av. da Fertilidade.
Trecho 07 - Canal do Vale do Grande Rio	Delimitar área Non Aedificandi ao longo do canal Vale do Grande Rio;
	Desapropriar imóveis em ANAED;
	Desocupar imóveis em ANAED;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção do canal;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Restaurar pontos danificados da estrutura do canal revestido;
	Realizar prolongamento do canal até a Rua 95;
	Realizar estudos de microdrenagem conectando pontos baixos da sub-bacia com o canal;
	Alargar canal existente da Rua Vinte e Oito para 3,5m de seção.
Trecho 08 - Canal do Massangano	Delimitar área Non Aedificandi ao longo do canal do Massangano;
	Desapropriar imóveis em ANAED;
	Desocupar imóveis em ANAED;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Implantar canal de largura de 2,5m da Via de acesso as microempresas até a Rua Altino Coelho.
Trecho 09 - Canal do Distrito Industrial	Delimitar área Non Aedificandi ao longo do canal do Distrito;
	Desapropriar imóveis em ANAED;
	Desocupar imóveis em ANAED;
	Implantar canal de 5,0m de largura de próximo à rua M até encontro com Riacho Vitória;
	Implantar dispositivo de travessia na rua de ligação entre as ruas J e M. com mesma largura do canal;
	Revitalizar canal, restabelecendo a calha com 3,0m de largura;
Barragens na Área Rural	Realizar inspeções para avaliação do estado de conservação da estrutura das barragens e análise do seu potencial no amortecimento de cheias.

Fonte: PDCA (2025).

8.5 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 04

Na bacia 04 foram identificados problemas pontuais que não se configuram entre os principais trechos críticos do município determinados na etapa de diagnóstico, mas ainda assim, mesmo que de forma pontual, estes pontos críticos secundários localizados na bacia 04 ocasionam transtornos para a população em períodos de chuvas intensas.

No Canal do Alto Cheiroso, além da necessidade de restauração de pontos danificados e delimitação da sua área “*Non Aedificandi*”, foi identificado que ele opera atualmente no limite da sua capacidade, chegando a transbordar em alguns trechos durante eventos de chuvas extremas. Além disso, verifica-se a necessidade de ampliar a sua área de contribuição, abrangendo a absorção do escoamento proveniente de áreas próximas que atualmente não estão conectadas com o canal, aqui se tratando especificamente do Loteamento Nova York (Anexo 4). Dessa forma, para que as contribuições no canal sejam ampliadas se faz necessário analisar o impacto dessas novas contribuições em relação à capacidade do canal, de modo que o canal possa ser utilizado ao máximo desde que venha a gerar problemas futuramente.

Por sua vez, de modo crítico, foram identificados pontos de erosão no trecho final do Canal do Alto Cheiroso, localizado entre a Av. Cardoso de Sá e o Rio São Francisco, margeando o talude lateral do condomínio Granville. Neste aspecto, é recomendada a revitalização do canal neste trecho final, restabelecendo sua calha de modo a reduzir os efeitos erosivos, uma vez que em longo prazo este processo poderá danificar a estrutura de edificações existentes em suas margens (Figura 60 e Anexo 4).

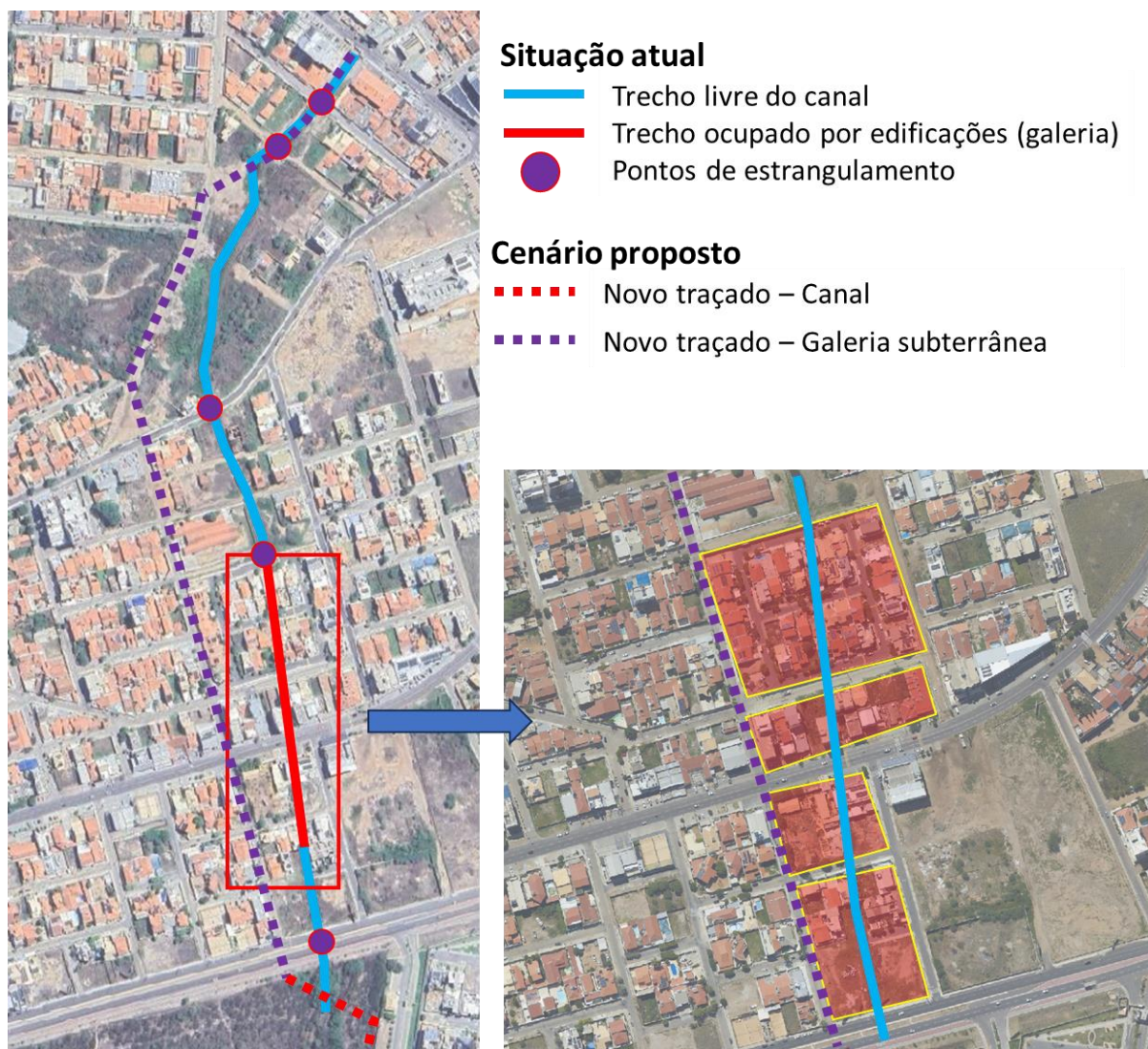
Figura 60. Trecho final a ser implementado no canal do Alto Cheiroso



Fonte: PDCA (2025).

No Canal do São José, localizado entre a Av. da Integração e a Av. Cardoso de Sá, recomenda-se a alteração do seu traçado e a utilização de galerias subterrâneas uma vez que o seu talvegue natural foi ocupado por loteamentos, gerando pontos de estrangulamento e a redução da sua capacidade de escoamento (Figura 61 e Anexo 4). Uma vez que estes loteamentos se encontram consolidados e que já existem loteamentos aprovados na área (mesmo que ainda não construídos), buscou-se evitar desapropriações/desocupações em uma área já consolidada da cidade. Neste sentido, chegou-se então na recomendação da alteração do seu traçado com a utilização de galerias subterrâneas sob as vias, uma vez que não se dispõe de áreas livres para a sua passagem (Figura 61 e Anexo 4). Dessa forma, será possível garantir o escoamento superficial na região, além de garantir a viabilidade de implantação de loteamentos já aprovados no local e que ainda não foram construídos.

Figura 61. Trecho crítico no Canal do São José



Fonte: PDCA (2025).

Além de soluções propostas para os dois canais acima mencionados, têm se também a recomendação de implantação do Sistema de Lagoas do Jatobá, composta por um grupo de 03 lagoas interligadas para a absorção do escoamento de loteamentos existentes na parte sudoeste da bacia 04, e as quais também serão utilizadas para o escoamento proveniente de áreas localizadas na bacia 05 (Figura 62 e Anexo 4). Atualmente, a Lagoa 01 do Jatobá já funciona como um importante dispositivo de drenagem, mas que ainda assim não opera em sua plena capacidade em relação ao volume de escoamento recebido. Verifica-se a retenção de água entre a Avenida João Cleverson Coelho Monteiro, Estrada Jatobá Carneiro e a Av. Maria Coelho Cavalcante Rodrigues. A simulação hidráulica deste trecho indicou que para vazões com recorrência de 25 anos já ocorre transbordamento da lagoa de formação natural localizada próximo à Estrada Jatobá-Carneiro. Sendo assim, para o seu aproveitamento máximo, estabelece-se a recomendação de que a sua capacidade de armazenamento seja ampliada, e a sua interligação com duas outras lagoas localizadas na região e o seu ponto final de deságue no Rio São Francisco. Da mesma forma, recomenda-se a implementação das áreas de proteção ambiental nas margens destas lagoas, de modo a garantir a sua preservação ambiental enquanto dispositivo de drenagem urbana.

Figura 62. Sistema de lagoas do Jatobá



Fonte: PDCA (2025).

Por fim, a Figura 63 elenca as principais proposições definidas para a bacia 04, enquanto todas as ações são apresentadas na Tabela 5 e no Anexo 4.

- 1) Análise de capacidade do canal para ampliação da sua área de contribuição; revitalização de trechos danificados do canal; implantação de área *Non Aedificandi* nas margens do canal;
- 2) Revitalização do trecho final do Canal do Alto Cheiroso, visando a mitigação do processo erosivo que ocorre atualmente, abrangendo também a delimitação de áreas *Non Aedificandi* nas margens do canal;
- 3) Alteração de traçado do canal do São José (galeria subterrânea), abrangendo também a delimitação de áreas *Non Aedificandi* nas margens do canal em seu trecho à céu aberto;
- 4) Implantação do Sistema de Lagoas do Jatobá, abrangendo também a delimitação de áreas *Non Aedificandi* ou APP nas margens das lagoas.

Figura 63. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 04



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 12. Medidas Propostas para a Bacia 04

Trecho	Medidas Propostas
Trecho 01 - Lagoas do Jatobá (01, 02 e 03)	Delimitar área “Non Aedificandi” e APP;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Realizar limpeza e regularização das Lagoas;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Recuperar vegetação ciliar.
	Revitalizar as Lagoas Jatobá 01 e 02;
	Implantar Lagoa do Jatobá 03, como sistema de amortecimento à montante da Lagoa 01;
	Verter águas excedentes da Lagoa 03 para Lagoa 01, com trecho em galeria;
	Verter águas excedentes da Lagoa do Jatobá 01 para o Rio São Francisco através de bombeamento.
	Verter águas excedentes da Lagoa 02 para a Lagoa 01, com trecho em galeria;
Trecho 02 - Canal do São José	Implantar infraestrutura para drenagem da Av. João Cleverson Coelho Monteiro, como parte da solução da bacia do Jatobá.
	Delimitar área “Non Aedificandi” em trecho aberto;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção do canal e galerias;
	Implantar BTCC de 1,0m da Av. da Integração até a Rua Jânio Quadros;
	Implantar galeria BDCC de 1,5m X 1,5m entre a Rua Jânio Quadros e Av. Cardoso de Sá, passando pelas ruas José Fernandes Teixeira, Austragestino de Ataíde, Constelação Triângulo Astral e Tuparetama;
Trecho 03 - Canal do Alto Cheiroso	Implantar canal retangular de 5,0m da Av. Cardoso de Sá até Rio São Francisco.
	Delimitar área “Non Aedificandi”;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção do canal e galerias.
	Revitalizar o trecho final do canal (entre Av. Cardoso de Sá e o Rio São Francisco) em calha retangular com 8,0m de largura;
	Regularizar fundo do canal no trecho onde há declividade negativa (próximo à travessia da Av. Cardoso de Sá);
	Restaurar pontos danificados da estrutura do canal;
	Manter seção existente do canal, porém, em caso de novos incrementos, além das contribuições já contempladas por sua bacia, deverá ser realizado estudo para redimensionamento de sua seção.

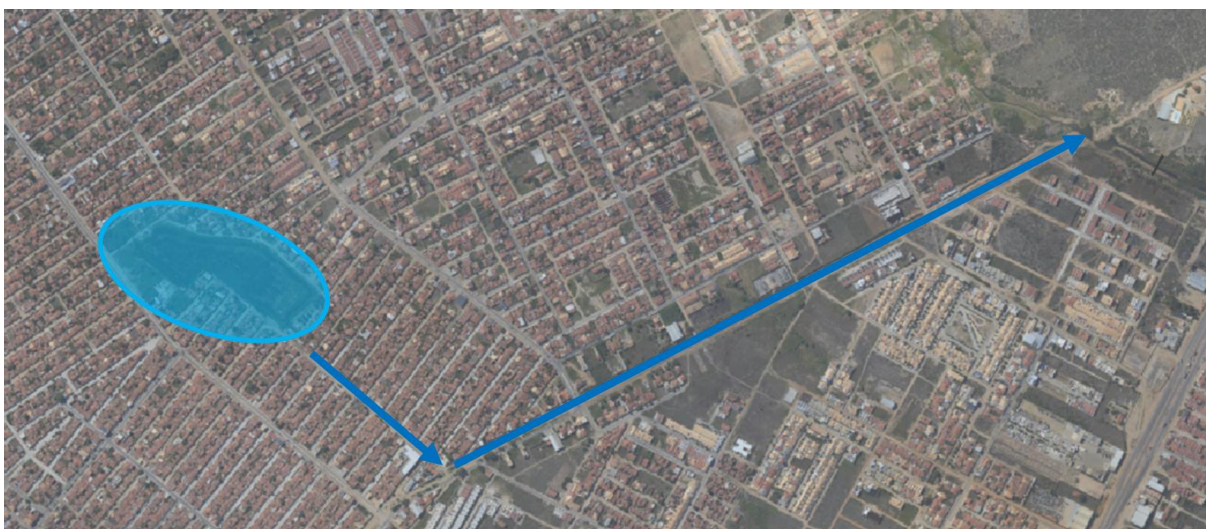
Fonte: PDCA (2025).

8.6 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 05

A bacia 05 encontra-se entre as bacias que apresentaram a existências trechos críticos principais na etapa de diagnóstico, os quais já ocasionam transtornos consideráveis atualmente, além de alguns pontos críticos isolados identificados em áreas de baixa densidade urbana, mas que futuramente poderiam apresentar problemas de drenagem após a sua consolidação.

Nesse contexto, a primeira ação estabelecida compreende a revitalização da Lagoa São Joaquim no bairro homônimo, e a sua integração com o canal já existente na Avenida da Redenção. A lagoa atualmente já funciona como um dispositivo de drenagem, mas é necessário realizar intervenções para a ampliação da sua capacidade de armazenamento e a sua total integração com o canal da Av. Redenção, além da delimitação da respectiva área *Non Aedificandi* em seu entorno. Da mesma forma, o canal da Av. Redenção, que tem o seu ponto de deságue no Riacho Pau Ferro (Bacia 06), já opera em sua capacidade máxima e já são identificados pontos de extravasamento atualmente, de modo que devem ser realizadas intervenções para o aumento da sua capacidade de escoamento (ampliação de seção através de galerias celulares e remoção de pontos de estrangulamento), sobretudo para que seja possível receber as contribuições oriundas da Lagoa São Joaquim (Figura 64 e Anexo 5). Por fim, também deve ser realizada a delimitação da área *Non Aedificandi* ao longo do trecho natural do canal, buscando garantir que a sua calha e margens não sejam ocupadas por edificações.

Figura 64. Revitalização da Lagoa São Joaquim e Canal da Av. Redenção



Fonte: PDCA (2025).

O segundo ponto crítico localizado na bacia 05 compreende o trecho de drenagem situado entre a Av. Beija-Flor e a rodovia BR-428, onde já ocorrem pontos de alagamentos críticos e danos às edificações e população em seu entorno. Na etapa de diagnóstico, verificou-se que as principais causas são dadas pela ocupação e modificações realizadas no talvegue natural e, principalmente, pela obstrução de vazão que ocorre na BR-428, reduzindo assim a capacidade do escoamento para o seu trecho de jusante, onde o talvegue principal da bacia tem sua continuidade até o seu exutório.

Sendo assim, recomenda-se a revitalização da drenagem de toda a área de contribuição, consistindo na implementação de galerias subterrâneas em trechos de ocupação urbana já consolidada, revitalização da calha do riacho e desobstrução de vazão na travessia da BR-428, além do aumento da capacidade de vazão do trecho de jusante após a BR-428, combinando a utilização de galerias e canal, de modo que todo o escoamento da área de contribuição possa ser direcionado sem que haja transbordamentos dos canais e/ou pontos de alagamentos por inexistência de sistema de micro drenagem (Figura 65). Além destes elementos, recomenda-se a revitalização das Lagoas Padre Cícero, já existentes que atualmente operam com capacidade de armazenamento reduzida, e a sua integração com o canal (Figura 65). Por fim, para todos os trechos de canais e/ou riachos comentados nesta seção, devem ser delimitadas as suas respectivas áreas “*Non Aedificandi*”, e para todas as lagoas a delimitação da Área de Preservação Permanente, de modo a garantir que não sejam ocupadas por edificações em momentos futuros.

Figura 65. Ações recomendadas para o trecho crítico no talvegue principal da bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

Em relação ao trecho localizado na área do Batalhão Militar (72º Batalhão de Infantaria Motorizado), em que o corpo hídrico se configura um riacho, recomenda-se a delimitação da área de proteção permanente em suas margens. Em todos os cenários futuros alternativos modelados, buscou-se evitar a realização de intervenções neste trecho do corpo hídrico uma vez que o Plano Diretor já estabelece que toda a área do Batalhão se configura como uma zona sem antropização (Área de Imóvel Especial de Amenização).

Por sua vez, no trecho final de jusante da bacia 05, foram verificados problemas relacionados ao escoamento no trecho localizado entre a saída do Batalhão Militar (na Av. das Pedrinhas) e o seu ponto de deságue no Rio São Francisco, de modo que atualmente já ocorrem problemas de drenagem nesta área. Nesta região verifica-se a existência de áreas alagadas que já afetam edificações, a exemplo da chácara Millenium, Clube de Tiro, a Avenida das Pedrinhas e áreas próximas a Estrada Jatobá Carneiro. O principal problema observado, relacionado aos transbordamentos existentes neste trecho, se deve às modificações realizadas no percurso natural do corpo hídrico, o qual teve seu trecho final desviado, passando a escoar em paralelo à Av. das Pedrinhas, e pela inexistência de uma linha drenagem definida para o seu deságue final no Rio São Francisco.

Nesse contexto, diversos cenários futuros foram simulados por modelagem hidrodinâmica, buscando encontrar as melhores alternativas para a mitigação dos problemas de drenagem nesta área. Verificou-se que a melhor alternativa contempla a adoção de diferentes medidas implementadas em conjunto, uma vez que apenas a implementação de uma única solução não apresentou desempenho favorável para a resolução dos problemas identificados. Neste trecho foram identificadas vazões máximas em torno 25 m³/s, e que para a resolução a partir de soluções individuais seria necessário implementar estruturas com dimensões que não se apresentaram viáveis.

Sendo assim, foram definidas a implementação de um canal para o escoamento em seu trecho final de deságue no Rio São Francisco, e lagoas de amortecimento que serão necessárias para tornar as vazões compatíveis com a capacidade deste novo canal (Figura 66 e Anexo 5). Ainda assim, observou-se a necessidade de elevação do greide da Av. das Pedrinhas em seus trechos mais baixos nesta região de modo que as cotas na via estejam sempre acima das cotas de inundação e assim a Av. das Pedrinhas possa se configurar como um enrocamento e não permita o transbordamento do corpo hídrico entre os dois lados da via (Figura 66 e Anexo 5).

Ainda no trecho final da bacia, além deste ponto crítico citado anteriormente, verificou-se a necessidade de implementação de um canal e de uma lagoa na microbacia delimitada entre a Av. das Pedrinhas e Estrada do Jatobá. Foi verificado que esta é uma região ainda com baixa densidade urbana, mas que se encontra em fase inicial de consolidação, com a existência de alguns loteamentos já aprovados e em execução. Sendo assim, para que a microbacia não

venha a sofrer futuramente com problemas de drenagem, a implementação desta lagoa e de um canal sobre o talvegue natural da microbacia irá permitir que a área possa ser ocupada de modo planejado no que diz respeito à drenagem (Figura 66 e Anexo 5). A lagoa e o canal já existem naturalmente, definidos pela configuração do terreno, e neste momento, busca-se a sua efetiva implementação e preservação enquanto dispositivo de drenagem. Neste aspecto verifica-se a importância do Plano de Macrodrenagem enquanto dispositivo de planejamento em longo prazo, a partir da recomendação de medidas para áreas que ainda não são ocupadas. Por fim, ainda para este trecho, verificou-se a existência de uma área inundável extensa em um talvegue natural que margeia a Estrada do Jatobá e que se conecta com o Rio São Francisco (Figura 66 e Anexo 5). De modo similar ao Riacho Vitória em seu trecho final de jusante, seja pela baixa densidade urbana ou pela importância ambiental do trecho, observou-se que a melhor alternativa recomenda é a delimitação da sua área *Non Aedificandi* em função da suscetibilidade à ocorrência de inundações no local (Figura 66 e Anexo 5).

Figura 66. Ações recomendadas para o trecho final de jusante da bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

Como último ponto de ações recomendadas para a Bacia 05 no Bairro Henrique Leite, propõe-se a revitalização da calha do canal e da lagoa para o deságue final da microbacia (Figura 67 e Anexo 5). Ambas as estruturas já existem atualmente, sendo que o canal e galerias subterrâneas precisam ser revitalizados (aumento de seção e redimensionamento das galerias de passagens) para que possam suportar as vazões provenientes da sua área de contribuição, assim como a lagoa precisa ter a sua capacidade de armazenamento ampliada (Figura 67 e Anexo 5). Nesta área, prevê-se a implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE), sendo que o canal atualmente não comporta vazões para o tempo de retorno de 25 anos, acarretando pontos de alagamentos (Figura 67 e Anexo 5).

Figura 67. Revitalização de calha de canal e de galerias subterrâneas, e implantação de lagoa no Bairro Henrique Leite



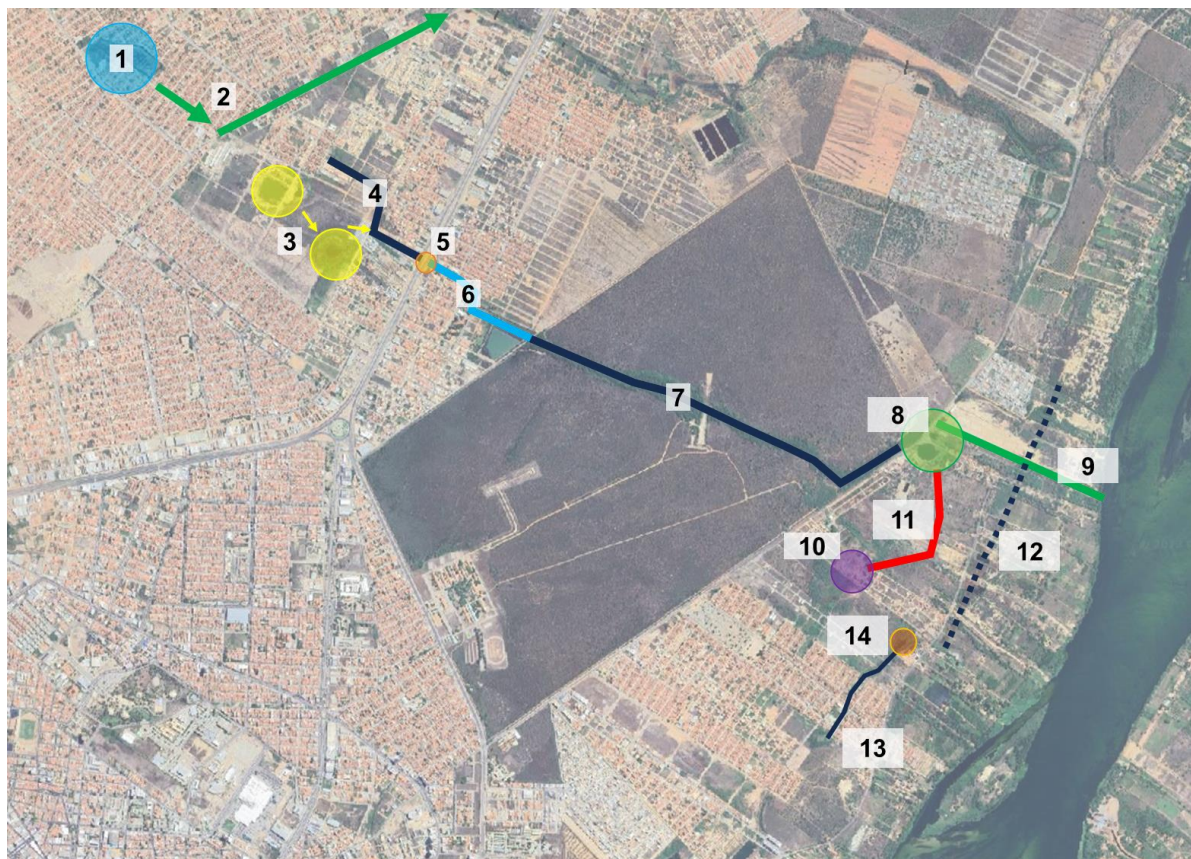
Fonte: PDCA (2025).

Em resumo, a Figura 68 elenca as principais proposições definidas para a bacia 05, enquanto a Tabela X e o Anexo 5 apresentam todas as medidas propostas.

- 1) Revitalização da Lagoa São Joaquim e a sua integração com canal da Av. Redenção; delimitação da área “*Non Aedificandi*” na lagoa;
- 2) Redimensionamento do Canal da Av. Redenção e delimitação da sua área “*Non Aedificandi*” no trecho à céu aberto;
- 3) Revitalização das Lagoas Padre Cícero e delimitação das suas áreas de proteção permanente;
- 4) Implantação de rede de microdrenagem; revitalização de calha do riacho; delimitação de área “*Non Aedificandi*”;
- 5) Redimensionamento da galeria de passagem do canal na BR-428;

- 6) Revitalização de calha do canal e do riacho e delimitação da sua área “Non Aedificandi”;
- 7) Delimitação da área de proteção ambiental do corpo hídrico em seu trecho localizado na área do Batalhão Militar;
- 8) Implementação de lagoas de amortecimento e delimitação das suas áreas de proteção permanente;
- 9) Implantação de canal para o escoamento final da bacia e delimitação da sua área “Non Aedificandi”;
- 10) Implementação de lagoa e delimitação da sua área de proteção permanente;
- 11) Implantação de canal no talvegue natural existente e delimitação da sua área “Non Aedificandi”;
- 12) Delimitação de área “Non Aedificandi” relativa às áreas suscetíveis à ocorrência de inundações;
- 13) Revitalização do canal e galerias subterrâneas do Bairro Henrique Leite, e delimitação da sua área “Non Aedificandi” no trecho à céu aberto;
- 14) Revitalização da lagoa do Henrique Leite, com sistema de bombeamento para o Rio São Francisco, e delimitação da sua área de proteção permanente.

Figura 68. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 13. Medidas Propostas para a Bacia 05

Trecho	Medidas Propostas
Trecho 01 - da Av. Pedrinhas até o Rio São Francisco	Delimitar APP nas lagoas 1, 2, 3, 4 e 5 das Pedrinhas;
	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " nos trechos de canal a implantar e em regiões alagáveis com solução inviável.
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Realizar limpeza e regularização das lagoas.
	Implantar canal trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre as lagoas das Pedrinhas 01 e 02;
	Implantar canal trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre a lagoa das Pedrinhas 02 e o Rio São Francisco;
	Executar enrocamento no entorno da Av. das Pedrinhas (Lado do Batalhão), além de aumentar o existente na área externa da lagoa das pedrinhas 01;
	Revitalizar as lagoas das Pedrinhas 01, 02, 03, 04 e 05;
	Implantar BTCC 1,5 x 1,5 m na travessia da Av. Pedrinhas entre a lagoa 02 e o canal a implantar;
	Implantar canal trapezoidal com base maior de 3,0m de largura entre as lagoas das Pedrinhas 03 e 04;
	Implantar BDCC 1,5 x 1,5m entre a lagoa das Pedrinhas 04 e o início do canal a implantar (ao lado do condomínio "Eco Spa");
	Implantar BDCC 1,5m x 1,5m interligando a lagoa 05 à galeria que vem da lagoa 04;
	Aterrizar áreas remanescente após a execução da ligação;
	Elevar greide da Av. Pedrinhas no trecho entre o "Cactos Clube de Tiro" e o início do condomínio "Eco Spa".
Trecho 02 - BR-428 até Início da Zona Militar	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " ao longo do riacho/canal;
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Implantar BTCC 1,5 x 1,5m entre a saída da travessia na BR-428 e o início do canal na Rua José da Conceição;
	Ampliar canal existente entre a Rua José da Conceição e a Av. Um para 5,0m de largura, com seção retangular;
	Revitalizar riacho, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre a Av. Um e a Av. Dois;
	Implantar BTCC de 1,5m x 1,5m nas travessias das Av. Um e Dois e BR-428.
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento.
Trecho 03 - da Av. das Garças até BR-428	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " ao longo do riacho/canal;
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Implantar galeria em BSCC de 2,0m X 1,5m da Av. Beija Flor (área pública) até a Av. Raimundo Nonato Barros Viana (passando pela Av. das Garças e rua do Pica-pau);
	Implantar galeria BDCC de 1,5mx 1,5m ao longo da Av. Raimundo Nonato Borges Viana até encontro com canal;
	Implantar canal trapezoidal de 10m de largura da Av. Raimundo Nonato Barros Viana (final do BDCC) até a BR-428;

	Delimitar APP ao longo das lagoas do padre Cícero;
	Desapropriação e/ou desocupação imóveis em APP.
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza e regularização das lagoas.
	Verter águas excedentes da lagoa Padre Cícero 01 e 02 para o canal, por galeria;
	Revitalizar Lagoa Padre Cícero 01;
	Revitalizar Lagoa Padre Cícero 02.
Trecho 04 - Canal da Av. Redenção	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " no canal;
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza e desobstrução do canal.
	Avaliar implantação de infraestrutura urbana e áreas com equipamentos de lazer.
	Implantar BSCC de 2,5 x 2,5m da Rua do Mercúrio (final da galeria da lagoa São Joaquim) até próximo da Rua da Caridade (aprox. 90,0 m antes da rua);
	Implantar BDCC de 2,5 x 2,5m entre o final do BSCC e a Rua do Azulão;
	Revitalizar canal, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre a Rua do Azulão e o encontro com o Riacho Pau Ferro.
Trecho 05 - Lagoa São Joaquim	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " na lagoa;
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> ";
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza e regularização da lagoa;
	Verter águas excedentes da lagoa em direção ao canal da Av. da Redenção, por galerias.
	Avaliar implantação de infraestrutura urbana e áreas com equipamentos de lazer.
Trecho 06 - Canal e Lagoa Henrique Leite	Delimitar APP na lagoa;
	Delimitar área " <i>Non Aedificandi</i> " no canal;
	Desapropriar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> " ou APP;
	Desocupar imóveis em áreas " <i>Non Aedificandi</i> " ou APP;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Revitalizar Lagoa do Henrique Leite;
	Revitalizar canal, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 3,0m de largura entre a Av. Bascarola e a Lagoa do Henrique Leite;
	Implantar BDCC 1,5 x 1,5m entre a Rua Vinte e Três e a Av. Bascarola, com grelhas na entrada e saída;
	Remover e substituir dispositivos de travessia existentes;
	Aterrar áreas remanescente após a execução da ligação, visando a utilização da via;
	Implantar BDCC 1,5m x 1,5m na travessia da Rua 1 e 2
	Verter águas excedentes da Lagoa Henrique Leite em direção ao Rio São Francisco por bombeamento.

Fonte: PDCA (2025).

8.7 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 06

De modo geral, comparando-se com as bacias mais críticas no município, a bacia 06 apresenta problemas concentrados na calha do Riacho Pau Ferro, de modo que a principal medida proposta para a bacia é a revitalização de toda a calha do riacho. Foi observado que, no Bairro Dom Avelar, toda a sua calha no trecho de montante é ocupada por edificações construídas de forma irregular, de forma a prejudicar o escoamento na bacia, e principalmente, causando transtornos para a população residente na área (Figura 69).

Figura 69. Trecho crítico no Riacho Pau Ferro com concentração de edificações irregulares sobre o talvegue natural



Fonte: PDCA (2025).

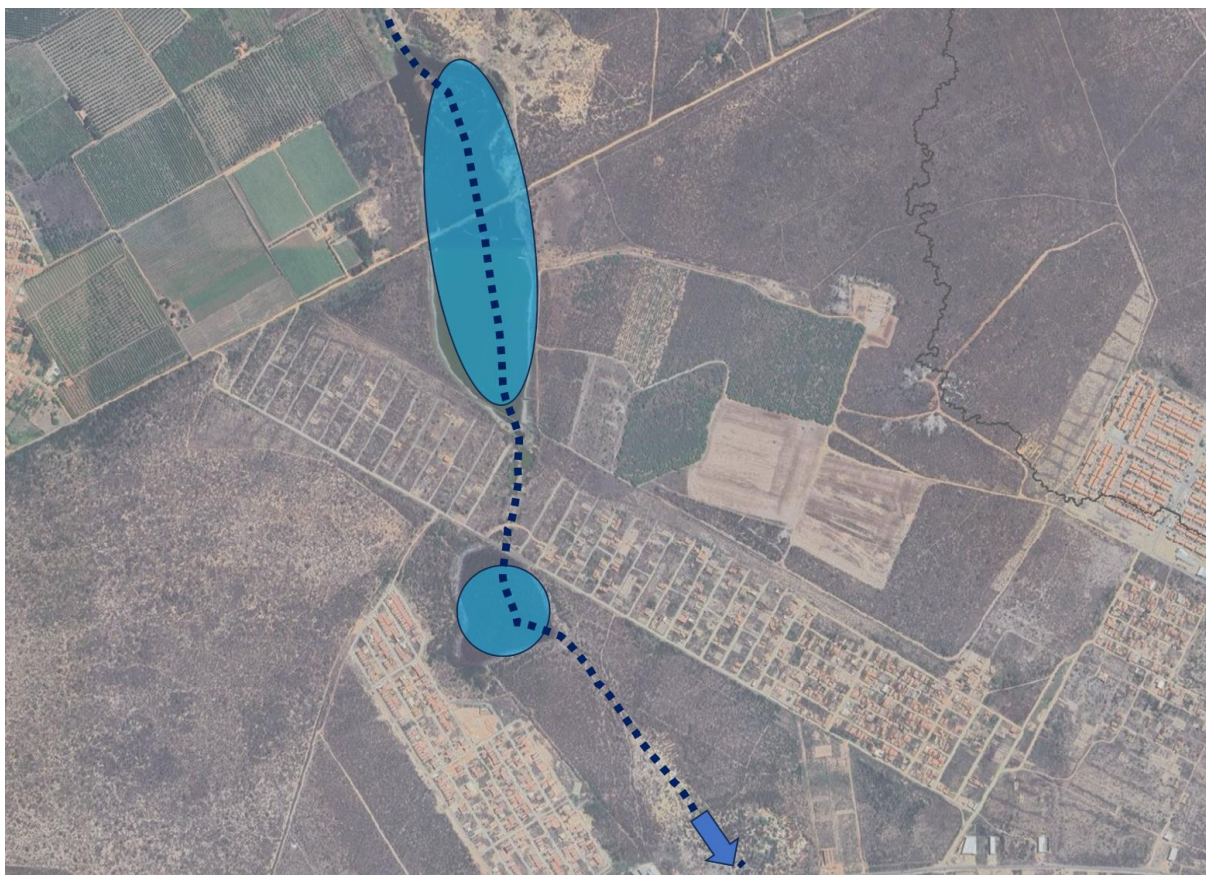
Além disso, ainda sobre Riacho Pau Ferro, observa-se que as passagens do corpo hídrico sobre as vias urbanas se configuram como estrangulamentos que reduzem a capacidade de escoamento e ocasionam pontos de inundações. Uma vez que a maioria das galerias e pontilhões são subdimensionados para o tempo de retorno de 25 anos, estas passagens não permitem o escoamento de toda a vazão e amplia a lâmina d'água que se concentra à montante. Além de gerar transtornos relacionados à lâmina d'água acumulada nos trechos de montante, algumas destas passagens ficam submersas pela água durante eventos de chuvas intensas, dificultando assim a mobilidade da população que transita sobre estas áreas e gerando danos.

Dessa forma, a principal ação recomendada para a bacia é a revitalização de toda a calha do Riacho Pau Ferro, o seu redimensionamento para vazões com tempo de retorno de 25 anos e, da mesma forma, o redimensionamento das passagens existentes sobre as vias que se configuram atualmente como pontos estrangulamento (Figura 70 e Anexo 6).

Adicionalmente, a delimitação de área de proteção permanente às margens do riacho irá garantir a preservação do corpo hídrico enquanto dispositivo de drenagem e na perspectiva ambiental, embora tenham sido identificadas áreas que deverão passar por remoção de edificações existentes atualmente. O objetivo desta medida é garantir o escoamento de toda a bacia até o seu ponto de deságue no Rio São Francisco, de forma que não sejam gerados transtornos à população, atualmente ocasionados por pontos de inundação ao longo do riacho.

No trecho de montante da bacia, propõe-se a revitalização de duas lagoas existentes atualmente no bairro do Topázio, para que possam cumprir função de dispositivos de amortecimento, bem como a integração destas lagoas com o Riacho Pau Ferro (Figura 70). Por se localizarem no 1/3 (terço) da área de contribuição de toda a bacia, a revitalização destas lagoas e a sua integração efetiva com o Riacho Pau Ferro irá garantir o escoamento mesmo quando toda a região for ocupada, uma vez que atualmente se configura como uma área de baixa densidade urbana em processo inicial de ocupação (Figura 70).

Figura 70. Revitalização das Lagoas Topázio e integração com o Riacho Pau Ferro.



Fonte: PDCA (2025).

Além das lagoas citadas acima, propõe-se a revitalização da Lagoa Dom Avelar, a qual já existe, mas que opera abaixo da capacidade necessária mesmo para chuvas com menores tempos de recorrência, ocasionando transtornos para a população residente ao redor da lagoa. Da mesma forma, propõe-se que a lagoa seja integrada com o Riacho Pau Ferro, de modo que o volume de água armazenado possa ser escoado após chuvas intensas, e o dispositivo possa ter o seu volume de espera garantido mesmo em caso de ocorrência de eventos consecutivos (Figura 71).

Figura 71. Implantação da Lagoa Dom Avelar e integração com o Riacho Pau Ferro.



Fonte: PDCA (2025).

Por fim, no trecho final da bacia, recomenda-se a revitalização da calha do Canal dos Carneiros, o qual já existe atualmente, mas que não possui a estrutura necessária para garantir o escoamento em eventos de precipitações intensas. Além disso, a revitalização do canal poderá contribuir enquanto dispositivo de drenagem para o escoamento proveniente das lagoas existentes no condomínio Alphaville, além de loteamentos futuros que possam ser implantados na microbacia onde se localiza o canal (Figura 72 e Anexo 6).

Em resumo, a Figura 72 elenca todas as principais proposições definidas para a bacia 06, e enquanto a Tabela 7 e o Anexo 6 apresentam todas as medidas propostas. Em relação à Figura 72 têm-se:

- 1) Revitalização de Lagoas do Topázio 1 e 2 e a sua integração com Riacho Pau Ferro; delimitação da área de proteção permanente das lagoas;
- 2) Revitalização da Lagoa Dom Avelar e a sua integração com o Riacho Pau Ferro; delimitação de área *Non Aedificandi* nas margens da lagoa;
- 3) Revitalização da calha do Riacho Pau Ferro; redimensionamento das passagens sobre vias; delimitação de área de proteção permanente nas margens do riacho;
- 4) Revitalização de calha do Canal dos Carneiros; delimitação de área *Non Aedificandi*;

Figura 72. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 06



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 14. Medidas Propostas para a Bacia 06

Trecho 01 - Av. Pedrinhas até o Rio São Francisco	Delimitar APP ao longo do riacho e Lagoa dos Carneiros;
	Delimitar áreas “Non Aedificandi” em regiões alagáveis com solução inviável;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção;
	Revitalizar Lagoa dos Carneiros;
	Revitalizar Riacho Pau Ferro, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 15,0m de largura;
	Avaliar implantação de infraestrutura urbana e áreas com equipamentos de lazer.
	Executar enrocamento no trecho próximo à Av. das Pedrinhas;
	Implantar BQCC (quíntuplo) de 2,0 x 1,5 m nas travessias da Av. das Pedrinhas e Via de acesso às chácaras.
Trecho 02 - da BR-428 até Av. Pedrinhas	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi” ou APP;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Realizar limpeza, desobstrução e manutenção;
	Revitalizar Riacho Pau Ferro, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 15,0m de largura;
	Implantar canal do Padre José de Castro retangular de 5,0m de largura entre a Rua São Gregório e o Riacho Pau Ferro;
	Implantar BQCC (quádruplo) de 2,0 x 1,5 m nas travessias da R. Wilson Cavalcanti e R. Parnamirim;
Trecho 03 - da Av. da Redenção até BR-428	Implantar BNCC (nônuplo) de 1,5 x 1,5m na travessia entre a Av. Brasil e o Condomínio Vicco.
	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;
	Revitalizar Riacho Pau Ferro, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 15,0m de largura entre a Av. da Redenção e a BR-428;
Trecho 04 - a partir da Av. Transnordestina até Av. da Redenção	Implantar BQCC (quádruplo) de 2,0 x 1,5 m na travessia da BR-428, corrigindo cota de implantação do dispositivo, próximo ao Posto Paizão I.
	Delimitar APP ao longo do riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;
	Revitalizar Riacho Pau Ferro, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 10,0m de largura entre a Av. Transnordestina e Av. da Redenção;
Trecho 05 - Lagoas Topázio 01 e	Implantar BQCC (quádruplo) de 2,0 x 1,5 m na travessia da Av. da Redenção, elevando o greide da via nesse trecho.
	Delimitar APP nas lagoas e riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;

02 até Av. Transnordestina	Revitalizar Riacho Pau Ferro, restabelecendo calha trapezoidal com base maior de 3,0m de largura entre as duas lagoas e entre Lagoa do Topázio 2 e a Av. Transnordestina;
	Revitalizar Lagoa Topázio 1 e 2;
	Implantar passagem molhada e aumentar o greide de Via S/D (Lagoa Topázio 01);
	Implantar BDCC 1,5m x 1,5m na travessia da Av. México e Av. Transnordestina;
	Avaliar implantação de urbanização da Lagoa Topázio 02, com parques e área pública de lazer.
Trecho 06 - Lagoa Dom Avelar	Delimitar área “Non Aedificandi” na lagoa;
	Desapropriar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Desocupar imóveis em áreas “Non Aedificandi”;
	Realizar limpeza e regularização da lagoa;
	Revitalizar lagoa Dom Avelar;
	Remover despejo de efluentes sanitários sem tratamento;
	Verter águas excedentes da lagoa para o riacho Pau Ferro, por galerias;
Trecho 07 - Canal da Av. Redenção e Lagoa São Joaquim	Avaliar implantação de infraestrutura urbana e áreas com equipamentos de lazer.
Trecho 08 - Canal dos Carneiros	<i>*Diretrizes da Bacia 05</i>
	Revitalizar canal dos Carneiros com calha de 2m.
	Delimitar área “Non Aedificandi”.

Fonte: PDCA (2025).

8.8 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 07

Por ser uma bacia que ainda não possui ocupação urbana consolidada, as ações propostas para a bacia 07 se configuram basicamente como medidas não estruturais, de caráter preventivo, relativas ao zoneamento de áreas de ocupação restrita.

Na etapa de diagnóstico, foi observado que a existência de muitos problemas relacionados às inundações e alagamentos no município de Petrolina se deve à ocupação urbana em áreas inundáveis, as quais poderiam ser evitadas caso a ocupação destas áreas tivesse respeitado a calha inundável dos rios, riachos e linhas de drenagem natural.

Neste aspecto, buscando estabelecer a ocupação urbana adequada da bacia 07 em um momento futuro, são recomendadas a delimitação de áreas de proteção permanente nas margens de riachos, dos principais talwegues e de lagoas naturais existentes na bacia, e a delimitação de áreas “*Non Aedificandi*” em talwegues naturais de menor porte.

Além disso, também foram definidas as áreas sujeitas à ocorrência de inundações na Bacia, de modo que possam ser aplicadas nestas áreas a recomendação estabelecida no Plano Diretor Participativo de Petrolina (Lei Municipal 034 de 25 de fevereiro de 2022), em que “é proibido o parcelamento de solo para fins urbanos em terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes de tomadas as providências para assegurar o escoamento das águas e cujo projeto de drenagem seja aprovado pelo Município”

Dessa forma, buscou-se estabelecer no Plano um conjunto de ações para a Bacia 07 que se configuram como medidas preventivas uma vez que ainda não há ocupação urbana. A delimitação das áreas de ocupação restrita propostas para a Bacia 07 pode ser visualizada no mapa apresentado no Anexo 7.

8.9 MEDIDAS PROPOSTAS - NÚCLEOS URBANOS ISOLADOS

Conforme apresentado em produtos anteriores, o município de Petrolina possui um total de 57 núcleos urbanos, onde apenas 11 apresentam corpo hídrico, por esse motivo foram estudados a nível de diretrizes básicas, tendo em vista apresentarem pontos de alagamento, devido a ocupações desordenadas de áreas de inundações e/ou alagamentos.

Dessa forma, são recomendadas como diretrizes a delimitação de áreas de proteção permanente nas margens de riachos e de lagoas naturais existentes na bacia, e a delimitação de áreas “*Non Aedificandi*” em talvegues de 1ª ordem e canais de irrigações. A seguir apresenta-se a tabela de medidas propostas para os núcleos:

Tabela 15. Medidas Propostas para os Núcleos Urbanos

Núcleos Urbanos	Delimitar Área de Preservação Permanente (APP) em lagoas e riachos naturais;
	Delimitar áreas Non Aedificandi em canais (com exceção dos trechos em galerias), lagoas artificiais e lagoas e riachos naturais em áreas urbanas consolidadas;
	Desapropriar e/ou desocupar construções que possam estar em APP ou áreas Non Aedificandi;
	Realizar limpeza, desobstrução e revitalização das calhas dos riachos;
	Realizar limpeza e manutenção sistemática dos canais;
	Recuperar vegetação ciliar dos riachos;
	Remover pontos de despejo de efluentes sanitários sem tratamento de lagoas, riachos e canais;
	Avaliar redimensionamento dos dispositivos de travessia.

8.10 OUTRAS MEDIDAS PROPOSTAS

Para os riachos Vitória e das Porteiras, no trecho do início na região urbanizada até a jusante no rio São Francisco, sugere-se o monitoramento por drones e manutenção manual. É necessário que as intervenções a montante sejam executadas no período seco, reduzindo os níveis de assoreamento com a utilização de escavadeiras hidráulicas sobre esteiras. Se possível, com braço de maior alcance para que consiga retirar o material com o equipamento no leito. Deve-se utilizar a equipe de manutenção manual nos pontos de estrangulamentos e travessias por tubulações, bueiros, pontilhões e pontes.

Para os trechos dos demais cursos d'água que se desenvolvem em leito natural se propõe a manutenção com retroescavadeiras com equipes de limpeza manual.

Para as lagoas, sugere-se a execução das manutenções com a escavadeira hidráulica para retificações das margens e equipe de manutenção manual para limpeza de rotina.

Para os canais que se iniciam ou apresentam trechos revestidos fechados ou abertos, são propostas as seguintes abordagens na manutenção:

- Nos finais dos trechos revestidos abertos ou fechados sugere-se a implantação de reservatórios de retenção de resíduos sólidos que podem dispor ou não de eco barreiras (Figura 73). A periodicidade da remoção é função do volume retido, não devendo ultrapassar o período de uma semana.

Figura 73 - Reservatórios de retenção de resíduos sólidos.



Fonte: Engenharia E, 2018.

- Nos trechos revestidos abertos, a manutenção deve ser manual em função da largura da calha, com frentes de 15 homens para cada encarregado;

- Nos trechos revestidos fechados deve-se estabelecer sobre tampas para inspeção e facilitar a manutenção com espaçamento máximo de 20,00 m. O processo de manutenção deve priorizar a mecânica com jato de sucção. Nos pontos de inspeção quando necessário utilizar o processo manual;

Além da manutenção, é necessária a realização de monitoramento, este pode ser procedido por equipes em vistorias programadas ao longo do período seco, com ou sem a utilização de equipamentos, a depender da dificuldade de acesso, destacando:

- Rota de inspeção visual feita por equipe em toda rede de macrodrenagem, inclusive com maior recorrência nos 86 pontos críticos apontados que, em sua maioria, são pontos de travessias;
- Monitoramento com drones principalmente para trechos de difícil acesso.
- Filmagem de trecho de canal fechado (Figura 74);

Figura 74. Filmagem de trecho de canal fechado.



Fonte: Endall - Inspeção em Rede de Efluentes.

O monitoramento periódico, estabelecerá o número de intervenções necessárias no ano, principalmente antes da ocorrência de chuvas intensas. Durante o período chuvoso a abordagem, vinculada às demandas emergenciais, podem contar com um sistema de monitoramento com sensores de alagamentos em pontos já cadastrados como críticos (Figura 75). A implantação do sistema possibilitará:

- a) monitoramento de ruas e bairros específicos;
- b) monitoramento de nível de água em rios e canais;

Figura 75. Sensores de nível de alagamentos em logradouros.



Fonte: O Globo, 2022.

Ademais, é essencial a adequação de dispositivos nos canais, para isso propõe-se a implantação de pequenos reservatórios para detenção de resíduos sólidos, principalmente após trechos revestidos e/ou fechados, como também em leitos naturais. Esses dispositivos deverão ser providos com redes e elementos flutuadores (eco barreiras) para reter e facilitar a retirada dos resíduos sólidos. Devendo a remoção do resíduo retido ser estabelecido pela Autarquia responsável pela coleta de resíduos sólidos na cidade de Petrolina, recomenda-se em não ultrapassar o período de uma semana (Figuras 76).

Figura 76. Processo de retenção com eco barreiras.



Fonte: FishTV - Ecobarreira no Rio Atuba, 2021.

9 RECOMENDAÇÕES DE AÇÕES SISTEMÁTICAS

9.1 MECANISMOS E PROCEDIMENTOS DE CONTROLE SOCIAL E URBANO

O objetivo dos procedimentos de controle social, urbano e instrumentos para o monitoramento e avaliação sistemática da eficiência e efetividade das ações programadas é preparar indivíduos, organizações e sistemas para desempenhar funções apropriadas de maneira eficiente, eficaz e sustentável. É um processo através do qual se desenvolvem habilidades para resolver problemas, definir e alcançar objetivos, entender e lidar com as necessidades de um determinado contexto de maneira sustentável (SMDU, 2012).

Envolve a atualização contínua e o desenvolvimento de profissionais para equipá-los com percepção da necessidade de acessar informações relevantes, com conhecimento e treinamento para uma atuação eficiente. Envolve ainda o desenvolvimento de organizações para o estabelecimento das estruturas de gestão, dos processos e procedimentos, não apenas dentro delas, mas também para a construção de relações com outras organizações, tanto do setor público quanto do privado e com a sociedade civil.

Por fim, envolve o desenvolvimento institucional e de um marco legal que possibilite que sejam feitas as modificações necessárias para garantir intervenções mais eficazes, além de fornecer elementos para que os profissionais se posicionem sempre que for necessário justificar sua atuação perante a sociedade.

A capacitação de recursos humanos em drenagem urbana deve proporcionar conhecimento aos profissionais e organizações para conceber, dimensionar e gerir sistemas de drenagem de águas pluviais, como também enfrentar os desafios impostos pelo crescimento acelerado da ocupação no espaço urbano, com foco especial nas bacias hidrográficas (SMDU, 2012). Dessa forma, recomenda-se a capacitação do corpo técnico da Prefeitura de Petrolina para que o processo de controle da ocupação urbana possa ser realizado de forma compatível com os princípios, diretrizes e ações propostas para o Plano. O programa de capacitação aqui mencionado, é apresentado de forma detalhada no Relatório Parcial VI (Produto 07).

9.2 PROGRAMA DE MONITORAMENTO HIDRÁULICO-HIDROLÓGICO

O Programa de Monitoramento Hidráulico-Hidrológico visa estabelecer a quantidade e a qualidade da água pluvial, permitindo uma atualização periódica através de monitoramento das informações sobre as bacias hidrográficas na Macrozona Urbana de Petrolina, e, por meio disso, auxiliar na tomada de decisão contribuindo para a gestão sistemática dos recursos hídricos da cidade.

O objetivo do programa de monitoramento hidrológico fundamenta-se na realização permanente de medições, levantamentos e análises de amostras coletadas, possibilitando

acompanhar fatores e/ou elementos vinculados aos impactos ambientais do município através de estações pluviométricas, fluviométricas e meteorológicas, de maneira a:

- Monitorar a vazão de escoamento dos recursos hídricos na Macrozona Urbana de Petrolina;
- Monitorar o nível de inundação na Macrozona Urbana de Petrolina;
- Subsidiar o sistema de alerta em caso de inundação;
- Diagnosticar a qualidade dos recursos hídricos superficiais das bacias hidrográficas na Macrozona Urbana de Petrolina, por meio de parâmetros indicadores de poluição;
- Avaliar a progressão da qualidade dos recursos hídricos;
- Subsidiar tecnicamente estudos futuros;
- Definir áreas prioritárias para o controle da poluição dos corpos hídricos;
- Possibilitar a indicação de medidas visando promover o controle preventivo e corretivo dos impactos encontrados na área avaliada;
- Melhorar o sistema de controle e gerenciamento dos recursos hídricos e das atividades que possam impactar sobre os corpos d'água monitorados.

No Relatório Parcial VI (Produto 07), são apresentadas de forma detalhada as diretrizes mínimas a serem atendidas para o monitoramento hidrológico qualitativa-quantitativo, bem como os recursos técnicos (*hardware* e *software*) necessários para a sua implementação.

9.3 CONTROLE DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO

Controle de uso e ocupação do solo ocorre através de ação de fiscalização para a correta aplicação dos parâmetros estabelecidos pelos instrumentos de planejamento previstos na legislação municipal, quer seja no Plano Diretor Municipal ou no Plano de Macrodrenagem de Petrolina.

Como objetivo principal para o controle de enchentes, esse programa prevê a preservação das áreas inundáveis, já com tratamento urbanístico-paisagístico ou não, de forma a preservar as áreas verdes de lazer ou de preservação ao longo dos cursos d'água. Conforme descrito no Relatório Técnico Parcial IV – P5, as medidas de controle não estruturais têm custo muito inferior às das medidas estruturais.

Sendo assim, para o poder público, garantir o controle de uso e ocupação do solo deve ser a condição primeira para a preservação das áreas livres fundamentais para o espraçamento das águas em eventos extremos. Essa ação deve ser realizada de forma sistemática, com equipe técnica qualificada para tal, incluindo treinamentos e cursos como conhecimento e entendimento da legislação incidente de uso e ocupação do solo.

Em Petrolina, a SEDURBH é responsável pela fiscalização e controle de uso e ocupação do solo, onde devem ser incorporados os parâmetros propostos para Petrolina pelo Plano de Macrodrenagem.

Além das ações de fiscalização (controle urbano-ambiental) são fundamentais a realização de ações de educação ambiental e de participação da população no planejamento e manutenção das áreas de inundação. Estes tópicos serão abordados em mais detalhe no Relatório Parcial VI (Produto 07).

9.4 PROGRAMA DE MANUTENÇÃO DO SISTEMA DE DRENAGEM

O Programa de Manutenção busca estabelecer as condições de gerenciamento concatenando-se recursos financeiros, humanos, materiais, equipamentos e, também a política de manutenção de Petrolina implantada na atual gestão, onde seja obtido dentro do prazo, custo e qualidade o melhor resultado possível. Para isso, é indispensável à elaboração do planejamento e controle dessas ações. O Planejamento feito em nível estratégico, tático e operacional, o que se constituirá em programação. E o Controle para o processo decisório contínuo, onde a decisão antecipada pelo Planejamento possa, com o Controle, ser corrigida dos desvios que venham a ocorrer em relação ao planejado.

A drenagem das águas pluviais urbanas vem ao longo dos anos tendo seus volumes de escoamentos aumentados devidos à falta de controle nas ocupações do território urbano e consequente aumento da área impermeável nas cidades. A região urbanizada de Petrolina se insere nesse cenário e apresenta outros condicionantes particulares, haja vista que a maior

parte do território da cidade tem características rurais, mais de 98% do território, sendo um dos grandes polos do agronegócio do estado de Pernambuco. No entanto a região urbanizada, que corresponde a 92 km², vem ao longo de vários anos convivendo com eventos de alagamentos resultado de eventos de chuvas intensas, cujo período se dá entre os meses de novembro a abril.

A bacia hidrográfica deve ser a unidade de planejamento, gestão e intervenções. Devendo os pilares do saneamento como o da drenagem de águas pluviais, coleta de resíduos sólidos, coleta e tratamento de esgotos, terem suas gestões integradas para a unidade de planejamento. Na região urbanizada de Petrolina esse estudo propõe três unidades de planejamento, conforme visualizado no Tabela 16, sendo elas:

Tabela 16. Proposta de Gestão de Manutenção por Bacias Hidrográficas.

UNIDADE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO	SUB BACIAS	ÁREA (m ²)	EXTENSÃO (m)
Riacho da Vitória	Riacho Vitória; Afluente1 do Riacho Vitória (Jardim Petrópolis); Canal da Av Tapuio; Afluente 2;	22.750,00	13.851,69
Riacho das Porteiras	Riacho das Porteiras; Canal do Massangano; Canal do Vale do Grande Rio; Canal João de Deus; Canal do Distrito Industrial;	28.820,00	22.406,00
Grupo de Pequenas Bacias - GP	Riacho do Batalhão; Canal do Henrique Leite; Canal do São José; Canal do Alto Cheiroso.	26.875.803,42	8.384,86

Fonte: PDCA (2022).

A manutenção será definida como o conjunto de atividades destinadas a garantir as condições operacionais pré-estabelecidas para o sistema de drenagem, de forma a reduzir o risco de falhas devido ao mau funcionamento de seus componentes. Ela deve se dar através de 3 (três) práticas básicas:

- **Manutenção corretiva:** é uma intervenção realizada após a ocorrência de eventuais falhas do sistema ou até mesmo após seu funcionamento, como o caso dos reservatórios de retenção ou trechos de galerias ou canaletas que necessitam de limpeza após a ocorrência dos eventos de chuva;
- **Manutenção preventiva:** é a intervenção programada que tem como objetivo manter o sistema de drenagem apto a funcionar de modo adequado, incluída na programação de

forma sistemática e periódica a partir de análise técnica do comportamento dos elementos e condições hídricas local;

- **Manutenção preditiva:** é uma metodologia usada para decidir quando será feita a intervenção. A programação é baseada no estado de conservação e funcionamento do elemento de drenagem. Exige o acompanhamento periódico dos elementos de drenagem através de verificação pontual, que baseando-se na análise dos dados coletados por meio desses monitoramentos ou inspeções em campo se decide quando e onde deverá ser feita a intervenção. Este tipo de manutenção indica as condições reais de funcionamento da rede de drenagem, prediz o tempo de vida útil dos componentes e as condições para que esse tempo seja mais bem aproveitado pelo sistema, evita o aumento de danos, aumenta o grau de confiança no desempenho do elemento e reduz o trabalho de emergência não planejado.

O detalhamento do Programa de Manutenção do Sistema de Drenagem é apresentado de forma detalhada no Relatório Parcial VI (Produto 07).

9.5 IMPLEMENTAÇÃO E ATUALIZAÇÃO DO SISTEMA MUNICIPAL DE INFORMAÇÕES DE DRENAGEM URBANA

No contexto de elaboração do Plano de Macrodrenagem foi necessário realizar o cadastro georreferenciado do sistema de drenagem urbana, abrangendo o levantamento da localização e a caracterização (atributos) dos riachos, canais, galerias, lagoas, passagens molhadas, sarjetas, etc. Essas informações são fundamentais no processo de gestão da drenagem urbana, de modo que recomenda-se no Plano a implementação do Sistema Municipal de Informações de Drenagem Urbana, e a sua atualização constante. Neste aspecto, importante salientar que o cadastro de informações não deve se restringir ao levantamento de dados sobre estruturas superficial (riachos, canais, lagoas, e sarjetas), devendo incluir também a atualização de informações de drenagem profunda.

9.6 PROGRAMA DE EDUCAÇÃO HIDROAMBIENTAL

A Política Nacional de Educação Ambiental – PNEA, instituída pela Lei nº 9.795/1999 (PLANALTO, 1999) e regulamentada pelo Decreto 4.281/2002 (PLANALTO, 2002), determina a “criação, manutenção e implementação de programas de Educação Ambiental integrados às atividades de gestão dos recursos ambientais, inclusive dos recursos hídricos”.

A elaboração de um Programa de Educação Hidroambiental para o município de Petrolina/PE visa abordar de forma mais ampla e crítica seus problemas hidroambientais, contribuindo para minimizar os problemas infraestruturais da área. O programa deve estar em

uma linguagem direta e acessível a todas as faixas etárias e todos os níveis de escolaridade, contornando, assim, possíveis dificuldades de comunicação e compreensão.

A partir disso, procura-se a conscientização ecológica da população, por meio da hidrologia e temas afins, sobre o dano causado pela poluição dos corpos hídricos, bem como a necessidade de sua conservação, incluindo suas planícies de inundação, regulamentadas como Áreas de Preservação Permanente – APPs ou *Áreas Non Aedificandi*. Isso representa a participação da sociedade nos processos de preservação ambiental (LEITE *et. al.*, 2007). Dentre os atores envolvidos, estão a Prefeitura Municipal, Entidade Reguladora, ONGs, Governo Estadual e Governo Federal. A temática hidroambiental é nova comparando-se com a temática ambiental, mesmo estando inserida nesta. O tema hidroambiental é mais específico, tornando-o mais fácil de inserir em debates e aulas. O programa visa induzir uma mudança de perspectiva e/ou cultura, inserindo o tema hidroambiental em debates comunitários, de modo a discutir sobre os temas pertinentes à melhor caracterização da realidade ambiental do município. Dito isso, os objetivos específicos são os explanados a seguir (LEITE *et. al.*, 2007):

- Proporcionar troca de conhecimento e experiências entre a comunidade, permitindo que esta desempenhe um papel efetivo na conservação da qualidade hidroambiental e da saúde pública;
- Caracterizar ambientalmente e socioeconomicamente a área estudada, para estabelecer como será apresentada a proposta do Programa de Educação Hidroambiental, alcançando todos os segmentos sociais;
- Caracterizar o uso, ocupação e expansão da área urbana, aliados às problemáticas das áreas afetadas;
- Capacitar professores e demais educadores da rede pública, bem como técnicos, à agentes multiplicadores do conhecimento sobre educação hidroambiental;
- Compatibilizar as ações do projeto que envolva a educação hidroambiental, integrando-as;
- Abordar a necessidade de aprendizagem e domínio de procedimentos de conservação e manejo dos recursos hídricos frente às comunidades com as quais há interação, com sua aplicação no dia a dia.

Para o Programa de Educação Hidroambiental ser implementado, é fundamental que o quadro socioambiental e a qualidade da água dos corpos hídricos sejam abordados, de modo a integrar um sistema de informações de dados que designe mecanismos adequados para o funcionamento do programa. O detalhamento do Programa de Educação Hidroambiental é apresentado no Relatório Parcial VI (Produto 07).

9.7 PLANO DE CONTINGÊNCIA DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL – PLANCON

O Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil (PLANCON) foi elaborado pelos órgãos e instituições integrantes do Sistema Municipal de Proteção e Defesa Civil de Petrolina-PE, assumindo o compromisso de atuar de acordo com a competência que lhes é conferida, e realizar as ações para a criação e manutenção das condições necessárias ao desempenho das atividades e responsabilidades previstas neste Plano.

O PLANCON vem a estabelecer os procedimentos a serem adotados pelos órgãos, envolvidos diretamente ou indiretamente, para dar resposta às emergências e aos desastres relacionados a inundações bruscas ou processos hidrológicos correlatos. Vem a recomendar os aspectos relacionados ao monitoramento, alerta, alarme e resposta, incluindo as ações de socorro, ajuda humanitária e reabilitação de cenários, para mitigar os danos, como também os prejuízos decorrentes do evento que venha a ocorrer. É estruturado de acordo com os seguintes tópicos: (i) Introdução; (ii) Finalidade; (ii) Caracterização do município; (iv) Principais Conceitos; (v) Legislações Pertinentes; (vi) Hipóteses de Desastre no Município; (vii) Áreas de Risco; (viii) Operações; (ix) Atribuições; (x) Avaliação do Plano; (xi) Coordenação, Comando e Controle; (xii) Considerações Finais e anexos.

O PLANCON é ativado sempre que as condições e pressupostos que caracterizam um dos cenários de risco previstos sejam averiguadas, seja pela evolução das informações monitoradas, pela ocorrência do evento ou pela dimensão do impacto, em especial quando a precipitação monitorada pela APAC-PE for superior ou igual a 60 mm. Pode ser ativado pelo Chefe do Poder Executivo Municipal e pelo Coordenador da COMPDEC – Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil, órgão vinculado à Secretaria de Desenvolvimento Urbano, Habitação e Sustentabilidade (SEDURBH). E pode ser desmobilizado a partir do momento em que as condições e pressupostos que descaracterizam um dos cenários de risco previstos sejam averiguadas, seja pela evolução das informações monitoradas, pela não confirmação da ocorrência do evento, ou ainda pela dimensão do impacto, em especial quando não há previsão de chuvas para os dias seguintes.

Os órgãos envolvidos em sua elaboração e aplicação deverão realizar exercícios simulados conjuntos pelo menos uma vez por ano, sob coordenação da COMPDEC, com emissão de relatório ao fim do exercício, indicando os pontos do Plano que devem ser reformulados e alterados, os empecilhos encontrados durante sua execução, e sugestões de aperfeiçoamento dos procedimentos adotados. Assim, com base nas informações indicadas nos relatórios, os órgãos poderão se reunir para realizar a revisão do Plano, com lançamento de nova versão, que deverá ser distribuída aos órgãos de interesse.

9.8 MANUAL DE DRENAGEM

O manual de drenagem urbana (Anexo 15) é um documento técnico que fornece orientações e diretrizes para o planejamento, projeto, construção e operação de sistemas de drenagem em áreas urbanas. O principal objetivo é gerenciar eficientemente o escoamento das águas pluviais nas cidades, minimizando inundações, alagamentos e danos ambientais.

Subsidiado pelos estudos e diretrizes do Plano Diretor de Macrodrenagem (PDM) e do Plano Diretor Participativo do Município de Petrolina (PDPMP) vigente, o Manual de Drenagem fornece diretrizes e parâmetros essenciais para dimensionar adequadamente a drenagem urbana na cidade, levando em consideração as restrições e métodos aceitos. O Manual de Drenagem assegura que os projetistas trabalhem em conformidade com as normas e leis vigentes em âmbito nacional, estadual e municipal. Desse modo, as diretrizes contidas no manual estão em consonância com as regulamentações relacionadas à drenagem urbana e ao uso e ocupação do solo e contam com respaldo técnico das literaturas existentes. Essa abordagem integrada visa garantir um planejamento e projeto de drenagem eficiente, contribuindo para minimizar os impactos de enchentes e inundações nas áreas urbanas, promovendo a preservação dos recursos hídricos.

9.9 PROGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DO PLANO DE MACRODRENAGEM

Para a implementação efetiva do Plano de Macrodrenagem, é necessário que toda a gestão municipal esteja estruturada para a devida apropriação e aplicação dos princípios e diretrizes propostos, bem como para o desenvolvimento e implementação das ações e demais recomendações apresentadas neste Plano. Por tais razões, o Programa de Implementação do Plano de Macrodrenagem estabelece conceitos, diretrizes e ações que devem ser realizadas de modo que toda a gestão municipal esteja apta para a implementação do Plano, sendo apresentado de forma detalhada no Relatório Parcial VI (Produto 07). o Programa de Implementação identifica as autarquias responsáveis pela Drenagem Urbana Municipal no âmbito do planejamento, controle do uso e ocupação do solo, e gestão da drenagem urbana, assim como instrumentos legais de suporte existentes. Além disso, o Programa de Implementação também identifica as autarquias na esfera estadual e federal que podem contribuir para a implementação do Plano de Macrodrenagem de Petrolina, e estabelece uma série de ações necessárias para a estruturação da gestão municipal para a efetiva implementação do Plano.

10 HIERARQUIA DAS AÇÕES PROPOSTAS

A classificação de prioridade das ações propostas foi realizada a partir da análise de cada uma das medidas elencadas, em função do seu respectivo custo financeiro de execução e o seu impacto positivo obtido após efetivada (benefício). Dessa forma, buscou-se estabelecer uma ordem de prioridade de implementação de cada uma das ações a partir do seu custo-benefício, sendo assim fundamental para a consolidação do Plano de Ações, conforme procedimentos metodológicos detalhados nesta seção do relatório.

Para isso, as medidas propostas foram agrupadas em trechos definidos de acordo com as suas ordens de execução, ou seja, de jusante para montante, uma vez que para o bom funcionamento do encaminhamento das águas pluviais o caminho precisa estar livre até o seu exultório no Rio São Francisco. Portanto os trechos foram subdivididos tendo como limitadores avenidas importantes para o município ou mudança de sentido do corpo hídrico.

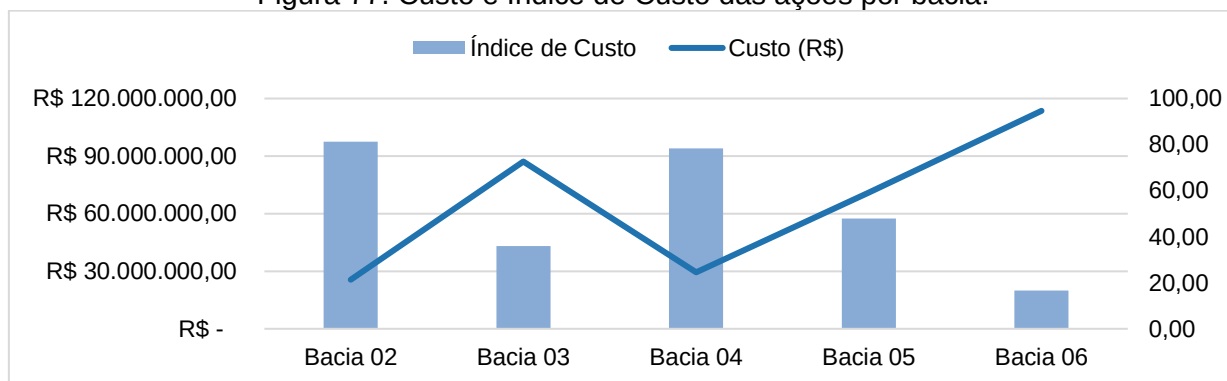
Após a definição dos trechos, foi calculado o respectivo custo e benefício de cada trecho, conforme detalhado no Relatório Parcial VI (Produto 06), possibilitando assim a hierarquização de prioridade das medidas propostas.

10.1 PRIORIDADE DAS AÇÕES EM RELAÇÃO AO CUSTO

No que diz respeito ao custo, estima-se que a execução das principais intervenções diretas do Plano soma uma quantia de aproximadamente R\$ 326 milhões. Considerando a distribuição do custo por bacia, observa-se que a Bacia 06 agrega aproximadamente 35% dos custos, seguida das bacias 03 e 05, e por fim, as bacias 02 e 04 com aproximadamente 5% dos custos para cada.

Desta forma, considerando o índice de custo, as bacias 02 e 04 possuem a maior prioridade, uma vez que são as bacias com os menores custos, e assim, com maior facilidade de execução no que diz respeito ao orçamento municipal. Por sua vez, as bacias 03 e 05 possuem prioridade intermediária no que diz respeito ao índice de custo, e por fim, a Bacia 06 possui a menor prioridade em relação as demais uma vez que esta bacia apresenta custo consideravelmente superior.

Figura 77. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 17. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.

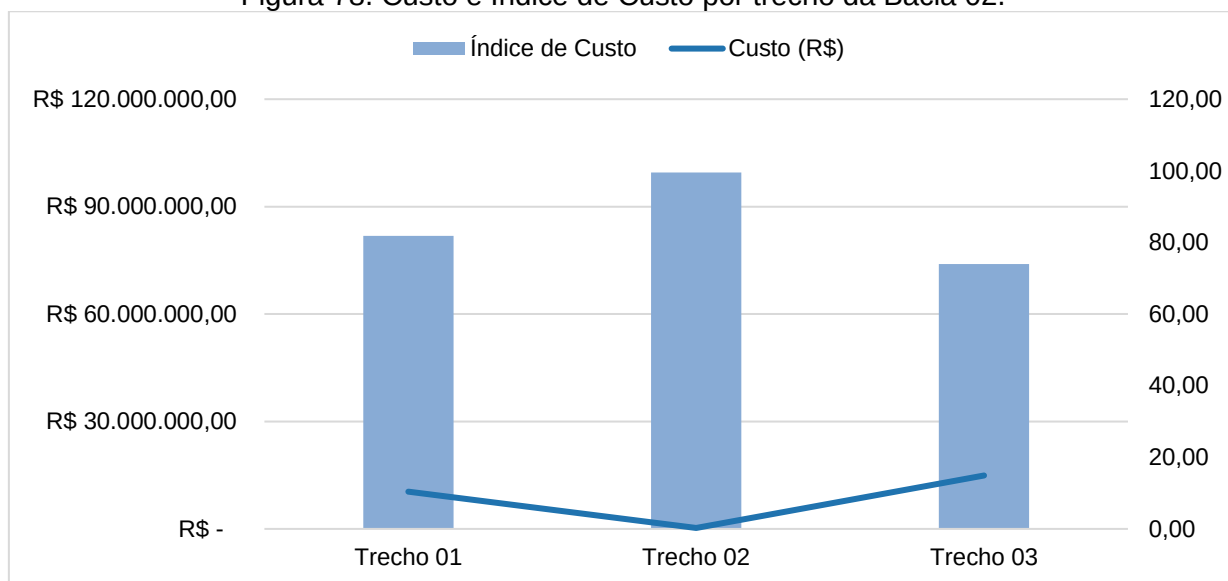
Bacia	Custo (R\$)	Índice de Custo
Bacia 02	R\$ 25.595.687,00	81,22
Bacia 03	R\$ 87.229.253,26	36,00
Bacia 04	R\$ 29.472.948,51	78,38
Bacia 05	R\$ 71.050.463,80	47,87
Bacia 06	R\$ 113.582.860,38	16,67

Fonte: PDCA (2025).

Em relação a Bacia 02, o trecho 02 possui o menor custo de execução, e por isso, o maior Índice de Custo, o colocando assim como maior prioridade no que diz respeito exclusivamente ao custo. Os Trechos 01 e 03 possuem orçamento e índice de custo com valores próximo uns dos outros, e possuem menor grau de prioridade em relação ao trecho 02 da bacia.

Comparando com todos os trechos de todas as bacias, o trecho 02 da bacia 02 é o trecho com o menor custo de execução (maior Índice de Custo), enquanto os trechos 01 e 03 se situam na 15ª e 18ª posição de prioridade em relação ao custo.

Figura 78. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.



Fonte: PDCA (2025).

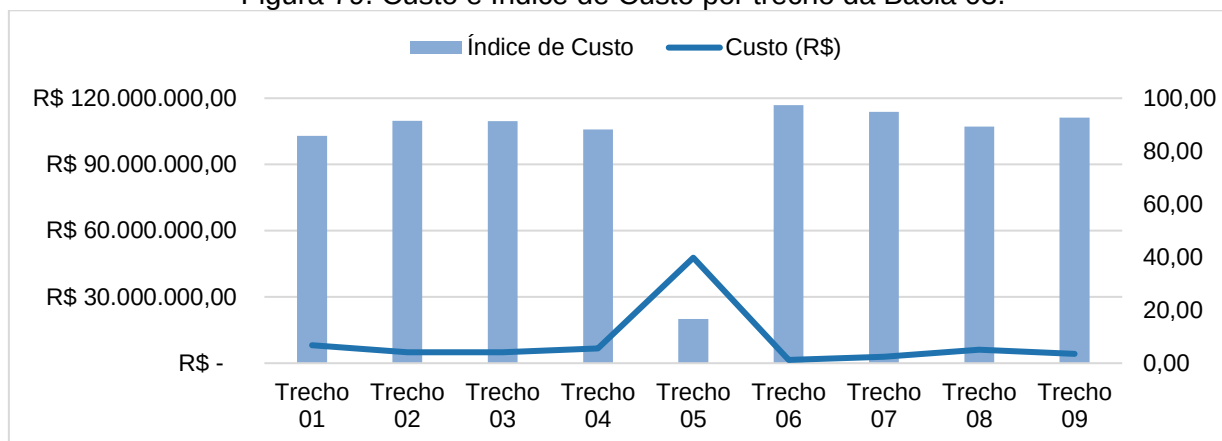
Tabela 18. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.

Trecho	Custo (R\$)	Índice de Custo
Trecho 01	R\$ 10.426.488,66	81,81
Trecho 02	R\$ 255.474,98	99,55
Trecho 03	R\$ 14.913.723,36	73,99

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 03, os trechos possuem custos e índice de custo equivalentes, com exceção do trecho 05, o qual possui custo consideravelmente elevado em relação aos demais trechos da Bacia. Enquanto os demais trechos da bacia 05 estão situados entre os 10 trechos com menor custo em relação à todas as bacias, o trecho 05 ocupa a última posição de prioridade em relação ao custo.

Figura 79. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

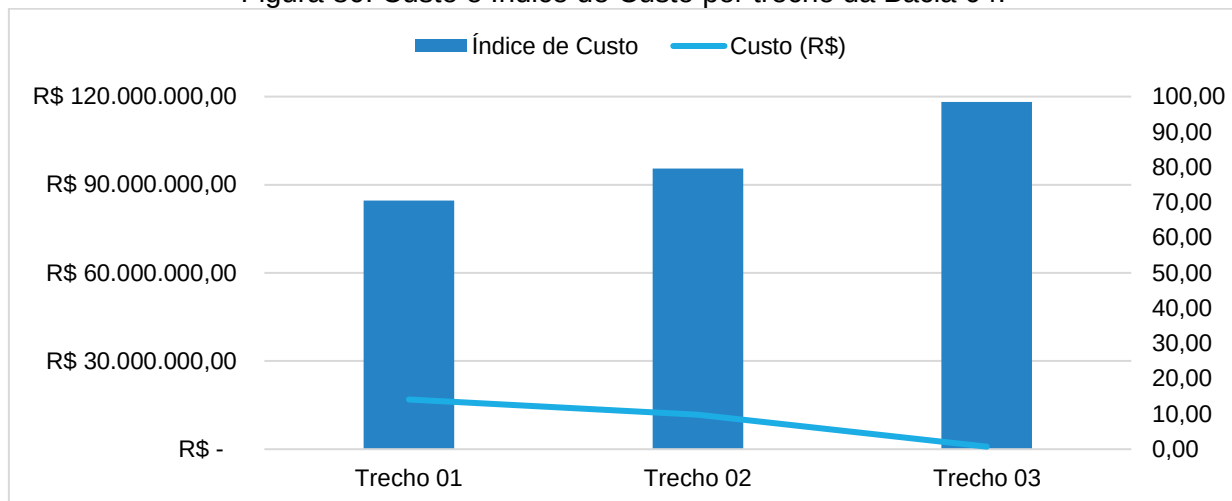
Tabela 19. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.

Trecho	Custo (R\$)	Índice de Custo
Trecho 01	R\$ 8.121.135,07	85,83
Trecho 02	R\$ 4.893.378,59	91,46
Trecho 03	R\$ 4.983.749,66	91,31
Trecho 04	R\$ 6.728.313,62	88,26
Trecho 05	R\$ 47.776.725,00	16,67
Trecho 06	R\$ 1.473.829,58	97,43
Trecho 07	R\$ 2.923.050,02	94,90
Trecho 08	R\$ 6.147.816,00	89,28
Trecho 09	R\$ 4.181.255,73	92,71

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 04, o trecho 03 ocupa a segunda posição de prioridade em relação ao custo, considerando todos os trechos de todas as bacias, uma vez que o seu custo é inferior a R\$ 1 milhão. Por sua vez, os trechos 01 e 02 ocupam posições intermediárias na prioridade em relação ao custo (16ª e 20ª posição respectivamente).

Figura 80. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04.



Fonte: PDCA (2025).

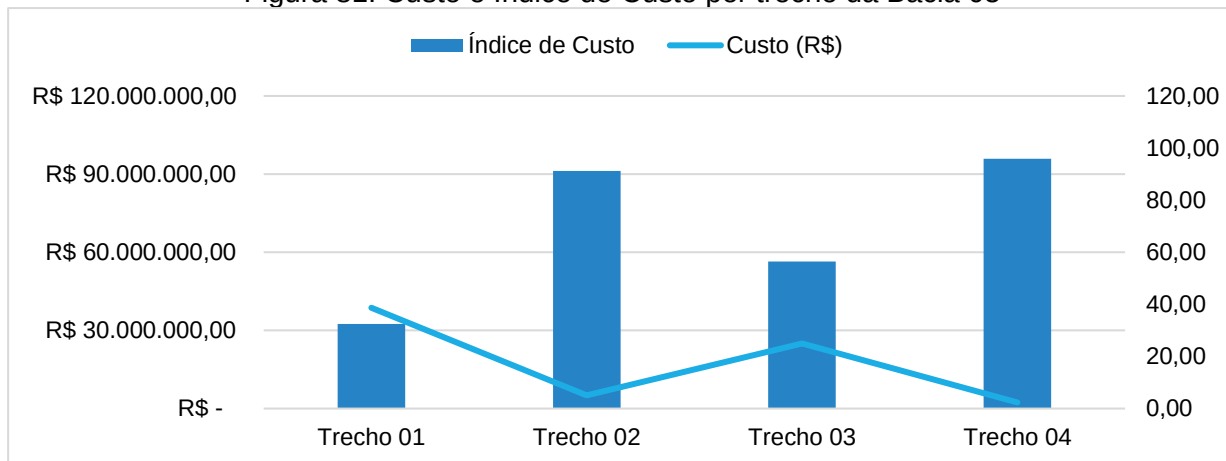
Tabela 20. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04

Trecho	Custo	Índice de Custo
Trecho 01	R\$ 16.912.412,37	70,50
Trecho 02	R\$ 11.694.581,64	79,60
Trecho 03	R\$ 865.954,51	98,49

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 05, o custo e índice de custo dos trechos oscilam de forma significativa, em que os trechos 02 e 04 possuem os menores custos e maiores índices de prioridade em relação ao custo, o trecho 03 se situa em posição intermediária, e o trecho 01 possui o maior custo e menor prioridade. Assim, o trecho 01 da Bacia 05 ocupa a penúltima posição de prioridade em relação ao custo quando comparado entre os 26 trechos totais considerados na análise (todas as bacias).

Figura 81. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

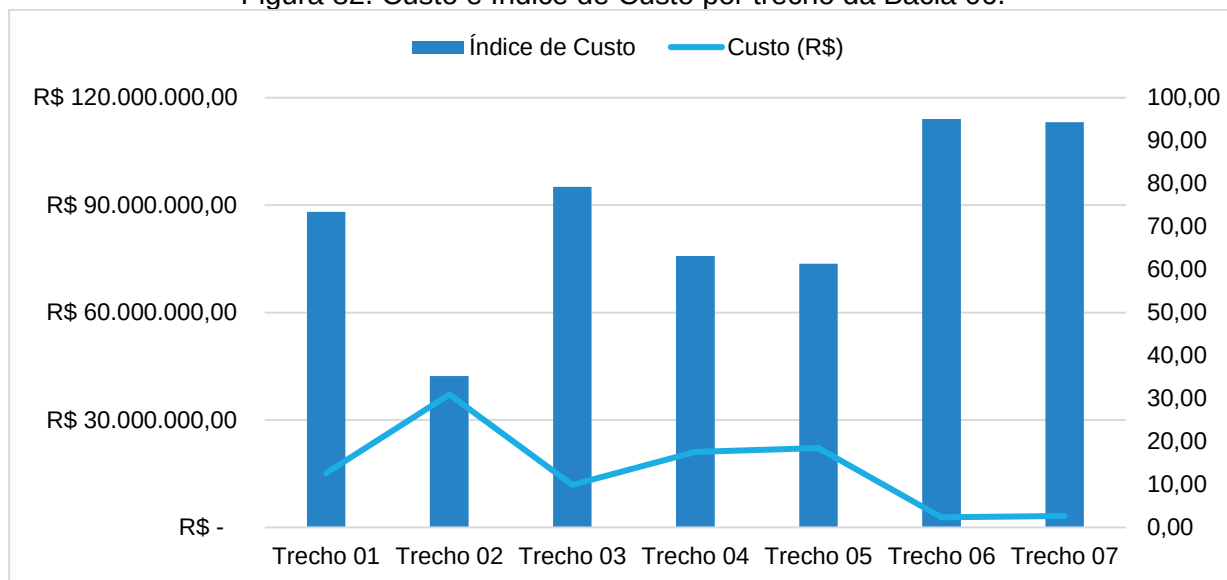
Tabela 21. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05

Trecho	Custo (R\$)	Índice de Custo
Trecho 01	R\$ 38.688.915,08	32,52
Trecho 02	R\$ 5.048.410,95	91,19
Trecho 03	R\$ 24.978.593,44	56,43
Trecho 04	R\$ 2.334.544,33	95,93

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 06, observa-se que os trechos 06 e 07 situam-se entre os 10 primeiros trechos prioritários no que diz respeito ao custo. Por sua vez, todos os demais trechos estão posicionados com grau de prioridade inferior, sobretudo o trecho 02, o qual se posiciona na 24ª posição quando comparado com todos os trechos de todas as bacias.

Figura 82. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 22. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.

Trecho	Custo (R\$)	Índice de Custo
Trecho 01	R\$ 15.222.991,13	73,45
Trecho 02	R\$ 37.135.272,67	35,23
Trecho 03	R\$ 11.902.512,23	79,24
Trecho 04	R\$ 21.123.088,58	63,16
Trecho 05	R\$ 22.127.815,54	61,40
Trecho 06	R\$ 2.823.925,36	95,07
Trecho 07	R\$ 3.247.254,87	94,34

Fonte: PDCA (2025).

Tabela 23. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Custo das ações.

Ordem	Bacia	Trecho	Custo (R\$)	Índice de Custo
1	Bacia 02	Trecho 02	R\$ 255.474,98	99,55
2	Bacia 04	Trecho 03	R\$ 865.954,51	98,49
3	Bacia 03	Trecho 06	R\$ 1.473.829,58	97,43
4	Bacia 05	Trecho 04	R\$ 2.334.544,33	95,93
5	Bacia 06	Trecho 06	R\$ 2.823.925,36	95,07
6	Bacia 03	Trecho 07	R\$ 2.923.050,02	94,90
7	Bacia 06	Trecho 07	R\$ 3.247.254,87	94,34
8	Bacia 03	Trecho 09	R\$ 4.181.255,73	92,71
9	Bacia 03	Trecho 02	R\$ 4.893.378,59	91,46
10	Bacia 03	Trecho 03	R\$ 4.983.749,66	91,31
11	Bacia 05	Trecho 02	R\$ 5.048.410,95	91,19
12	Bacia 03	Trecho 08	R\$ 6.147.816,00	89,28
13	Bacia 03	Trecho 04	R\$ 6.728.313,62	88,26
14	Bacia 03	Trecho 01	R\$ 8.121.135,07	85,83
15	Bacia 02	Trecho 01	R\$ 10.426.488,66	81,81
16	Bacia 04	Trecho 02	R\$ 11.694.581,64	79,60
17	Bacia 06	Trecho 03	R\$ 11.902.512,23	79,24
18	Bacia 02	Trecho 03	R\$ 14.913.723,36	73,99
19	Bacia 06	Trecho 01	R\$ 15.222.991,13	73,45
20	Bacia 04	Trecho 01	R\$ 16.912.412,37	70,50
21	Bacia 06	Trecho 04	R\$ 21.123.088,58	63,16
22	Bacia 06	Trecho 05	R\$ 22.127.815,54	61,40
23	Bacia 05	Trecho 03	R\$ 24.978.593,44	56,43
24	Bacia 06	Trecho 02	R\$ 37.135.272,67	35,23
25	Bacia 05	Trecho 01	R\$ 38.688.915,08	32,52
26	Bacia 03	Trecho 05	R\$ 47.776.725,00	16,67

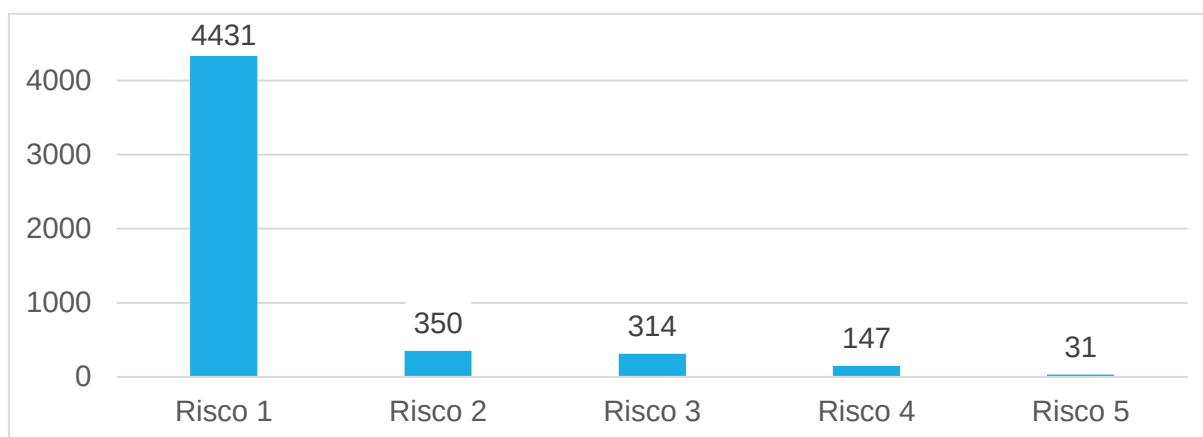
Fonte: PDCA (2025).

10.2 PRIORIDADE DAS AÇÕES EM RELAÇÃO AO BENEFÍCIO

Em relação ao benefício das ações propostas, observa-se que ao todo serão beneficiados, de forma direta, aproximadamente 5.273 edificações que atualmente se encontram em situação de risco. Entre estes, observa-se também que aproximadamente 85% encontram-se na faixa de risco 1, em que os danos e prejuízos são de menores proporções em comparação com as demais faixas de risco.

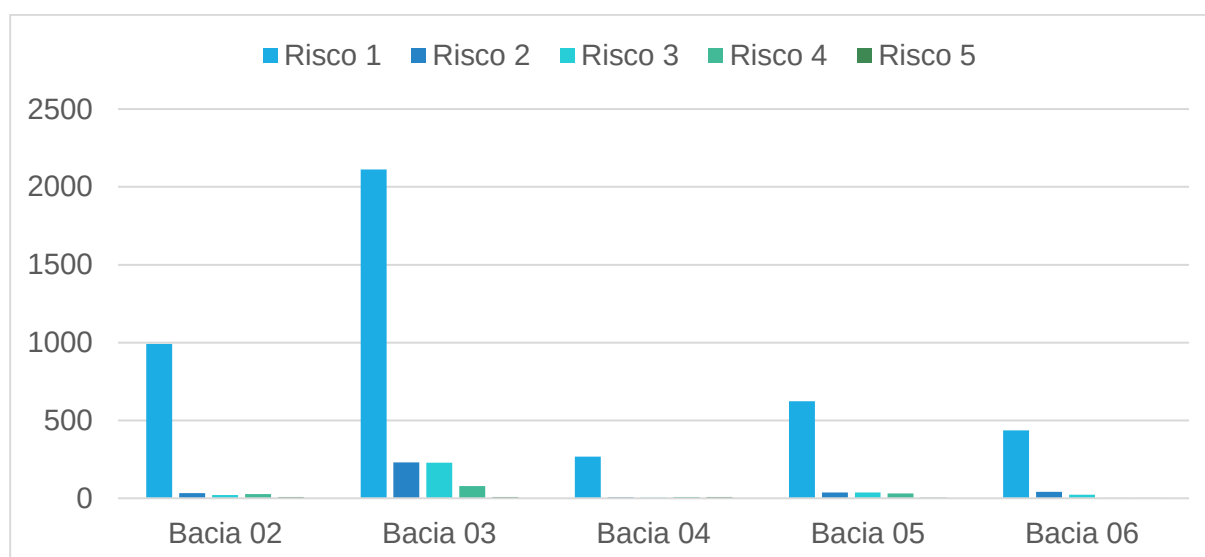
Por sua vez, a Bacia 03 concentra aproximadamente 50% das edificações em situação de risco, sendo esta bacia a com o maior número de edificações que serão beneficiadas pelas medidas propostas no plano. Em seguida, têm-se as bacias 02 e 05 com 20% e 15% das edificações em situação de risco, respectivamente, enquanto as bacias 04 e 06 apresentam o menor número de edificações sujeitos à riscos hidrológicos.

Figura 83. Quantidade de edificações em situação de risco.



Fonte: PDCA (2025).

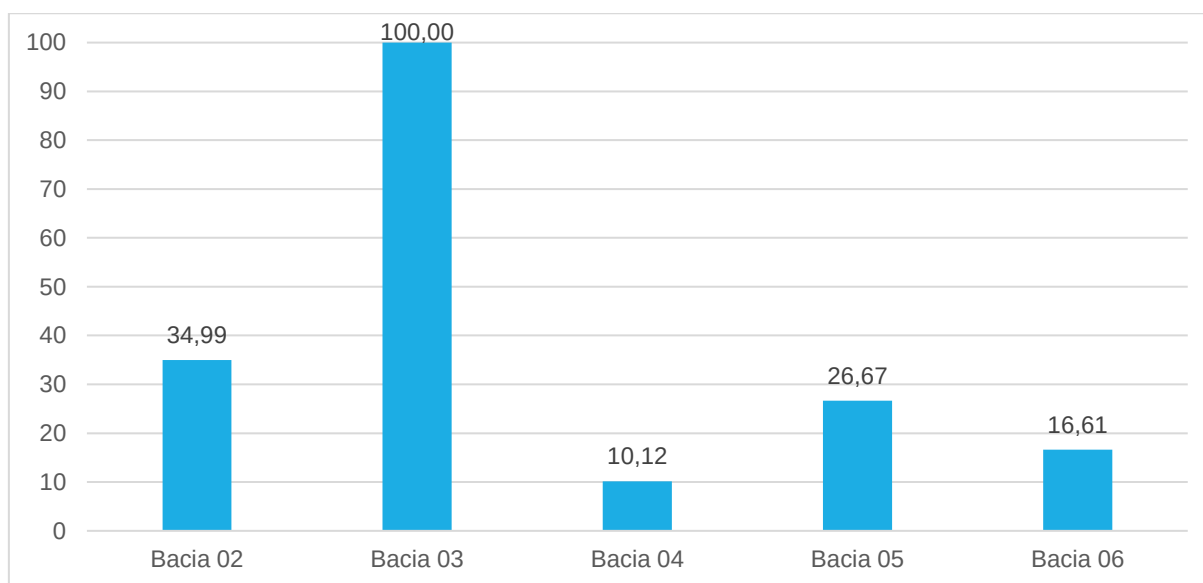
Figura 84. Quantidade de edificações em situação de risco por bacia e faixa de risco.



Fonte: PDCA (2025).

Considerando o Índice de Benefício das ações, o qual varia de 0 (zero) à 100 (cem), têm-se que a bacia 03 apresenta o maior grau de risco e consequentemente o maior benefício direto obtido a partir da implementação das ações. Por sua vez, as bacias 02 e 05 estão situadas na faixa intermediária em relação ao índice de benefício direto das ações, enquanto as bacias 04 e 06 apresentam o menor número de edificações em situação de risco e menor índice de benefício direto das ações. Estes dados refletem os resultados obtidos na etapa de diagnóstico do Plano, demonstrando a relação direta entre o índice de benefício direto das ações propostas e os problemas relacionados à macrodrenagem urbana observados no município. Em termos populacionais, considerando a densidade domiciliar apresentada no Censo Demográfico de 2022 para o Município de Petrolina, serão beneficiadas de forma direta aproximadamente 15.819 pessoas, das quais 3.240 residem na Bacia 02, 7.974 na bacia 03, 693 na bacia 04, 2.400 na bacia 05, e 1.512 habitantes na bacia 06.

Figura 85. Índice de benefício direto das ações por Bacia.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 24. Índice de benefício direto das ações por Bacia.

Bacia	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Bacia 02	991	34	21	26	8	34,99
Bacia 03	2111	231	228	79	9	100,00
Bacia 04	268	7	4	8	8	10,12
Bacia 05	624	37	38	32	5	26,67
Bacia 06	437	41	23	2	1	16,61

Fonte: PDCA (2025).

Figura 86. Edificações em situação de risco.

Todos os imóveis em situação de risco (5.273)



Imóveis em Situação de Risco 1 (4.431)



Imóveis em Situação de Risco 2 (350)



Imóveis em Situação de Risco 3 (314)



Imóveis em Situação de Risco 4 (147)



Imóveis em Situação de Risco 5 (31)

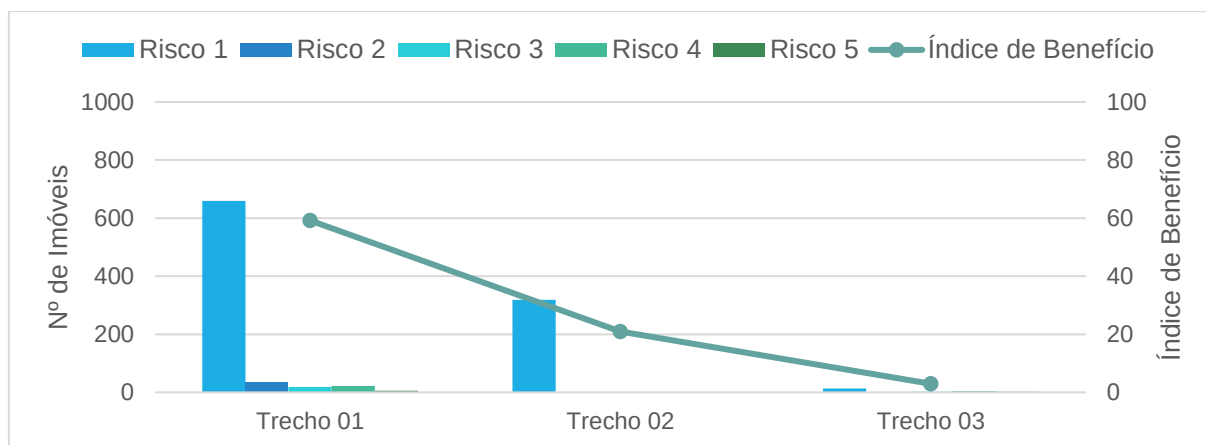


Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 02, o Trecho 01 localizado entre o bairro de Jardim Petrópolis e a foz do Riacho Vitória apresenta o maior número de edificações em situações de risco e maior índice de benefício direto a ser obtido a partir da implementação das ações propostas. Conforme apresentado anteriormente na etapa de diagnóstico, este trecho compreende um número elevado de edificações em situação de risco no Bairro de Jardim Petrópolis, e, no trecho final do Riacho Vitória onde localizam-se edificações situadas na margem inundável do riacho. Em relação à todas as bacias, o trecho 01 da Bacia 02 situa-se na terceira maior ordem de prioridade em Petrolina no que diz respeito ao benefício, demonstrando importância elevada de implementação das ações propostas.

O trecho 02 possui apenas edificações situadas na faixa de risco 01 (lâmina d'água abaixo de 0,50m) e está na sétima posição de prioridade em relação à toda área urbana de Petrolina (entre 26 trechos), compreendendo a mitigação de riscos existentes atualmente no Alto da Boa Vista e em casos de transbordamento do Canal do Tapuio. E por fim, o trecho 03 da Bacia 02 possui um número baixo de edificações situadas em áreas de riscos hidrológicos, e no que diz respeito ao Índice de Benefício o trecho está na 20ª ordem de prioridade em relação aos 26 trechos totais analisados em toda a área urbana de Petrolina.

Figura 87. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.



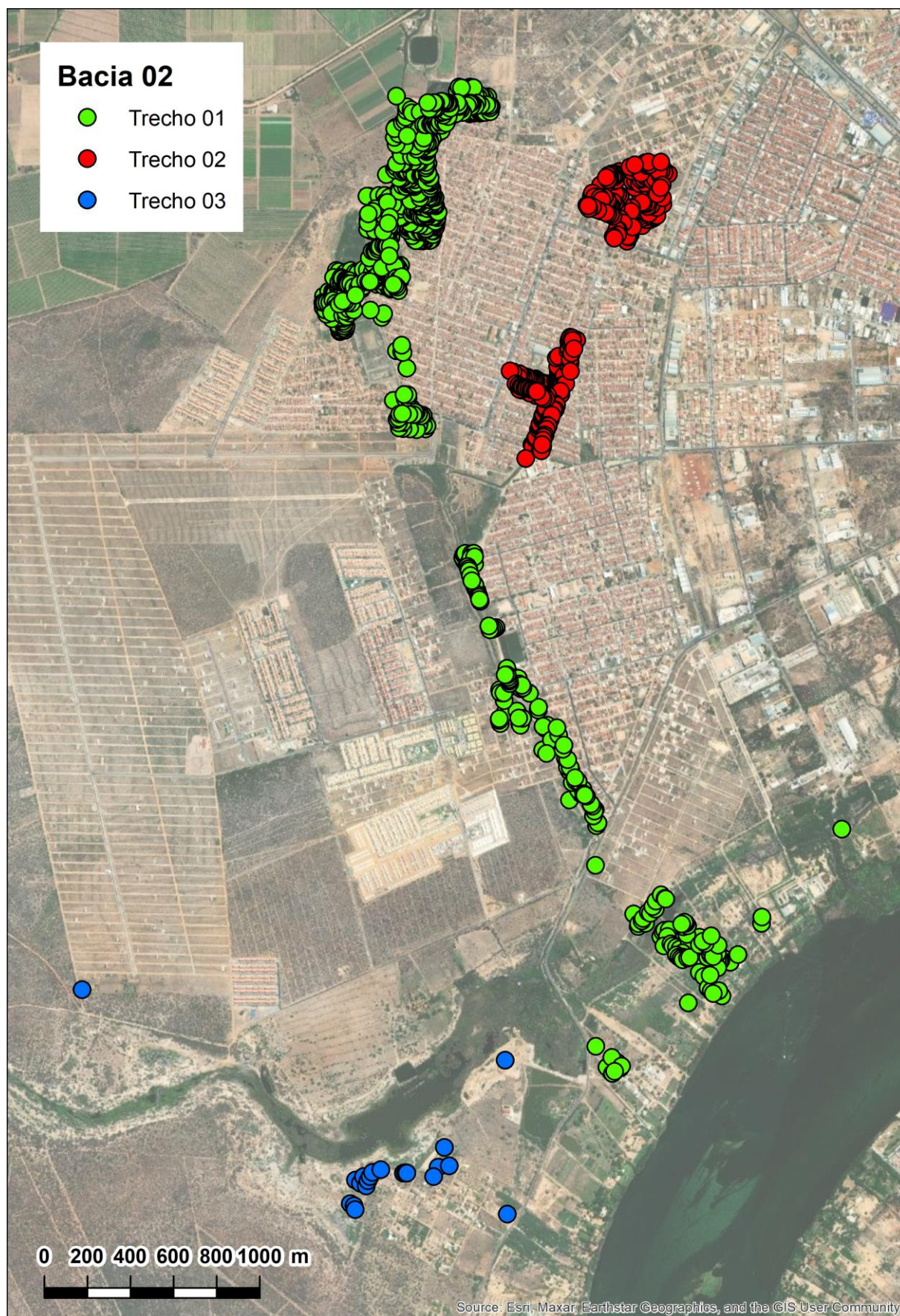
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 25. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.

Trecho	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Trecho 01	659	34	19	22	6	59.19
Trecho 02	319	0	0	0	0	20.93
Trecho 03	13	0	2	4	2	2.95

Fonte: PDCA (2025).

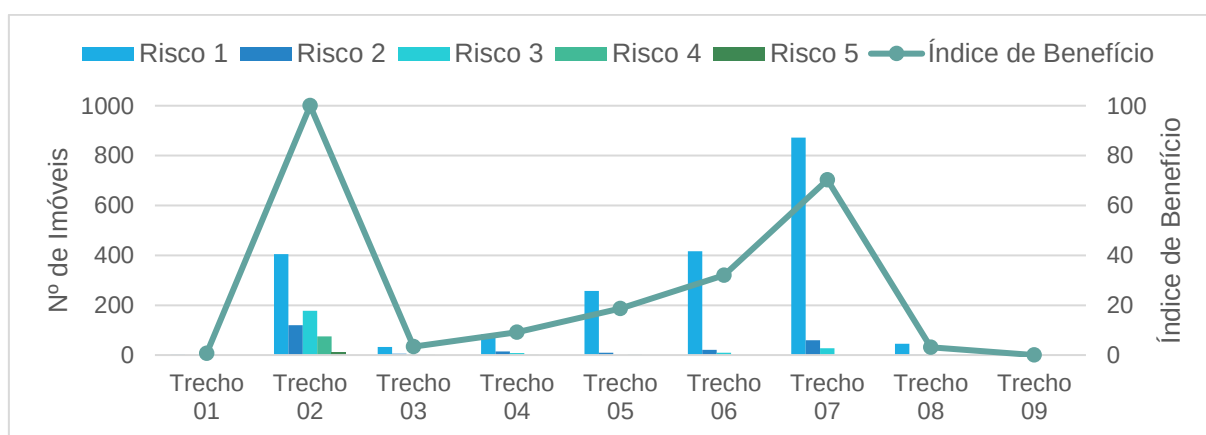
Figura 88. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 02.



Fonte: PDCA (2025).

Como já mencionado, a Bacia 03 possui o maior Índice de Benefício calculado em toda a área urbana de Petrolina, principalmente pelos riscos hidrológicos ocasionados às margens do Riacho das Porteiras, no Vale do Grande Rio e Canal do João de Deus. O trecho 02 da bacia, localizado no Riacho das Porteiras, situa-se na primeira posição de prioridade em relação à todos os trechos analisados no município, onde se encontra um número elevado de edificações em todas as faixas de risco. Em seguida, o trecho 07 da bacia, localizado no Vale do Grande Rio, situa-se na segunda posição de prioridade em relação ao benefício das ações propostas. O trecho 06 situa-se na quinta posição de prioridade, e este se refere ao Canal do João de Deus, e que a implementação das ações também abrange a mitigação de riscos hidrológicos existentes atualmente nos Bairros Cosme e Damião, IPSEP II e Portal da Cidade.

Figura 89. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.



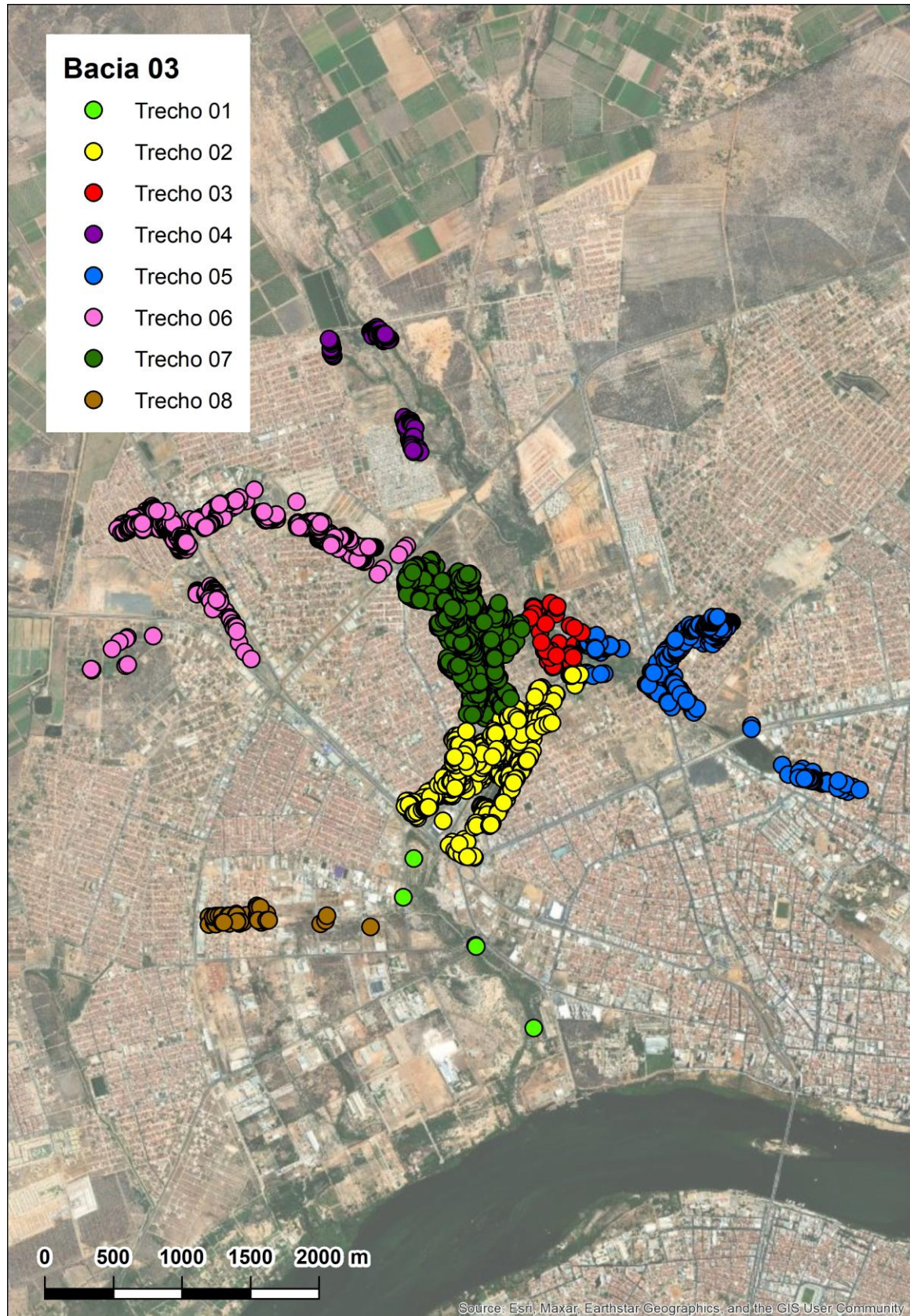
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 26. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.

Trecho	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Trecho 01	2	0	3	0	0	0,72
Trecho 02	405	120	178	75	9	100,00
Trecho 03	32	5	2	1	0	3,41
Trecho 04	82	15	8	1	0	9,19
Trecho 05	257	10	0	2	0	18,70
Trecho 06	416	21	10	0	0	32,02
Trecho 07	872	59	27	0	0	70,28
Trecho 08	45	1	0	0	0	3,08
Trecho 09	0	0	0	0	0	0,00

Fonte: PDCA (2025).

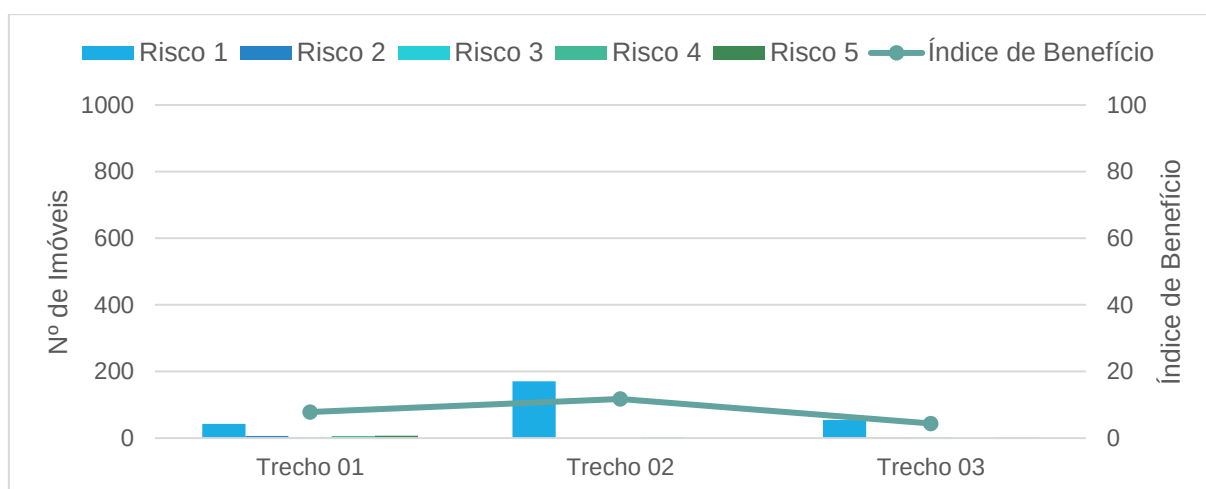
Figura 90. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

A Bacia 04 possui baixo Índice de Benefício quando comparada com as demais bacias analisadas na área urbana de Petrolina, embora o seu trecho 02 localizado no Canal do São José entre a Av. da Integração e a Av. Cardoso de Sá esteja entre os 10 primeiros trechos prioritários no município no que diz respeito ao benefício a ser obtido com a implantação das ações. Em relação ao Trecho 01, referente ao Canal do Alto Cheiroso, a implantação das ações irá possibilitar o aumento da área de contribuição do canal, enquanto no Trecho 03 (Sistema de Lagoas do Jatobá) as ações irão mitigar os riscos existentes atualmente na região e para novos empreendimentos que possam ser implantados na área de entorno das lagoas.

Figura 91. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.



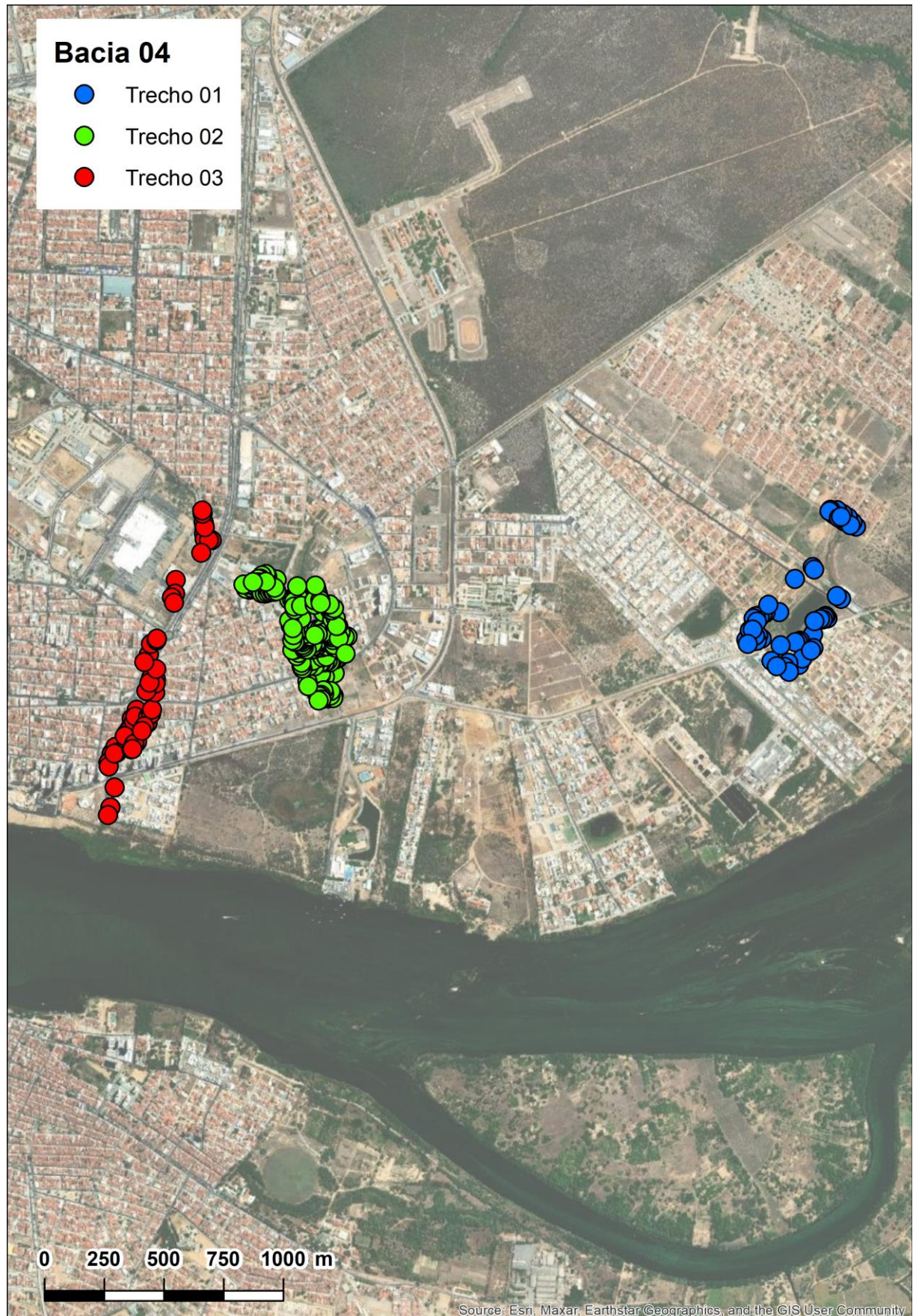
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 27. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.

Trecho	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Trecho 01	43	6	2	6	7	7,87
Trecho 02	171	0	0	2	0	11,75
Trecho 03	54	1	2	0	1	4,40

Fonte: PDCA (2025).

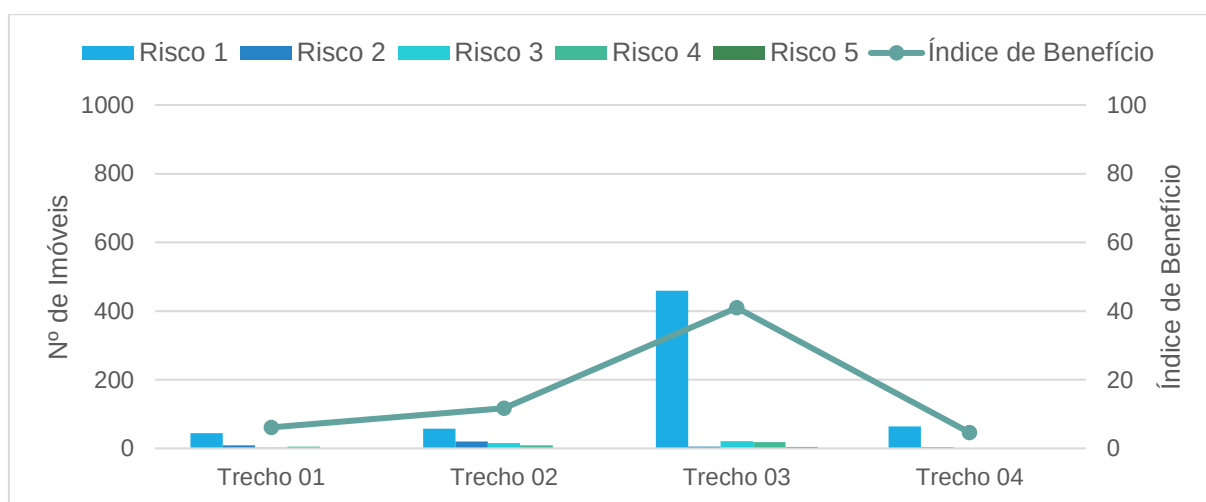
Figura 92. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 04.



Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 05, o trecho 03 é o trecho com a quarta maior prioridade em relação aos benefícios das ações propostas, e compreende a área de drenagem situada entre a Av. do Beija-Flor e a rodovia BR-428, e também as Lagoas Padre Cícero. Este um dos principais trechos críticos identificados na etapa de diagnóstico do Plano, e por tal razão o trecho se posiciona entre os mais prioritários no que diz respeito aos benefícios que serão alcançados com a implementação das suas respectivas ações propostas. Os demais trechos apresentam baixo Índice de Benefício, sobretudo o trecho 01 (Av. Vale das Pedrinhas) e o trecho 04 (Bairro do Henrique Leite).

Figura 93. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.



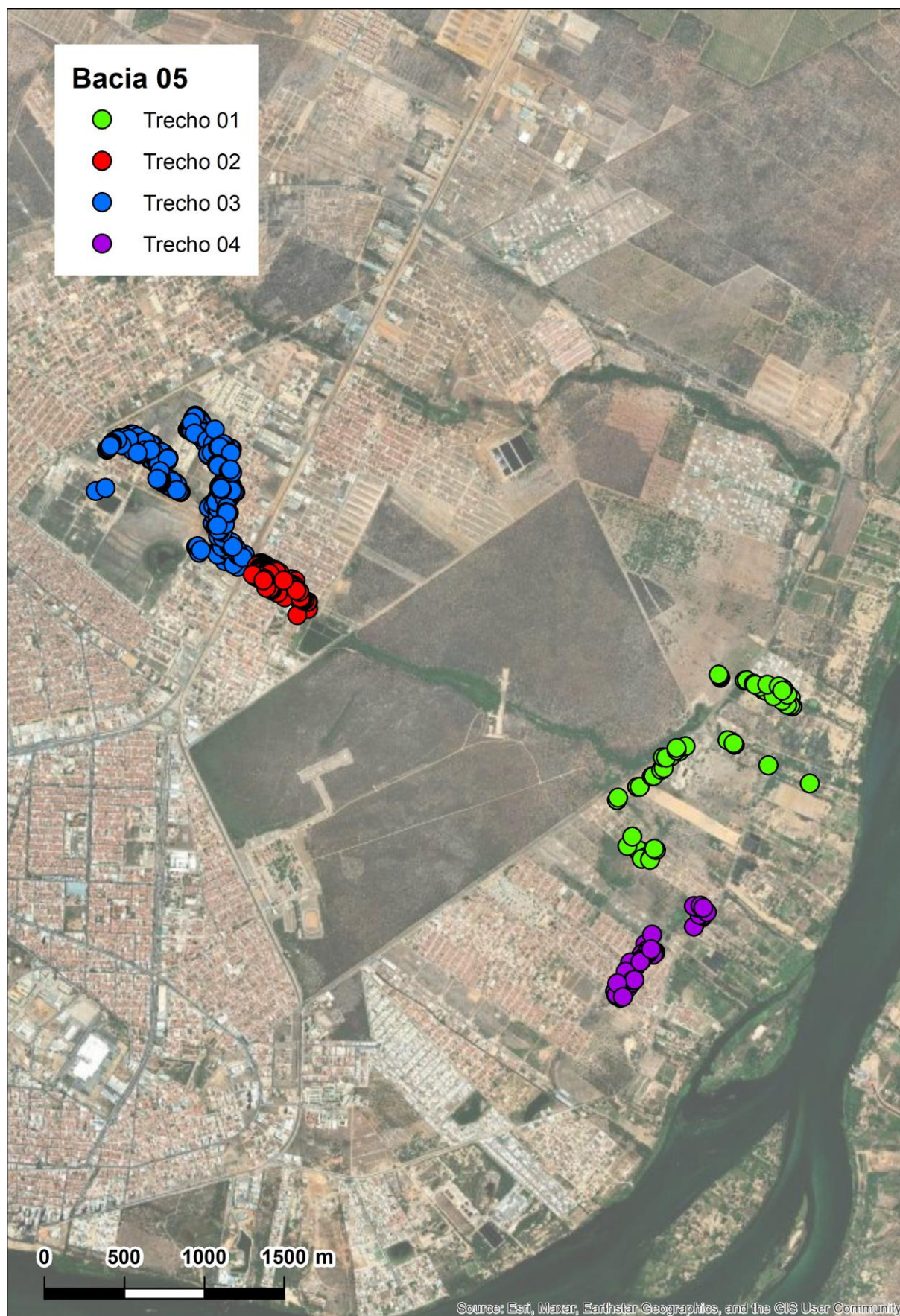
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 28. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.

Trecho	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Trecho 01	44	9	2	5	1	6.10
Trecho 02	57	20	15	9	0	11.68
Trecho 03	459	5	21	18	4	40.94
Trecho 04	64	3	0	0	0	4.59

Fonte: PDCA (2025).

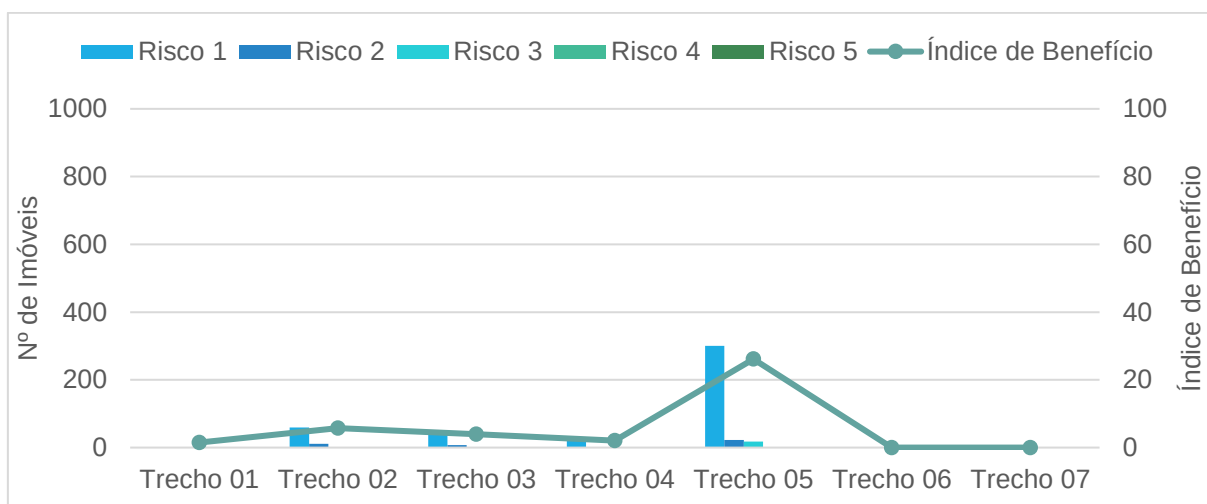
Figura 94. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 05.



Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 06, o trecho 05, que compreende o Canal da Av. Redenção e Lagoa São Joaquim, apresenta o maior Índice de Benefício direto das ações na Bacia. Em relação a todas as bacias e trechos, o trecho 05 da Bacia 06 se coloca na sexta posição no que diz respeito ao benefício direto a ser obtido com a implantação das ações, demonstrando assim a sua prioridade de execução. No entanto, os demais trechos da bacia apresentam baixo índice de benefício das ações em comparação com as demais bacias e trechos analisados.

Figura 95. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.



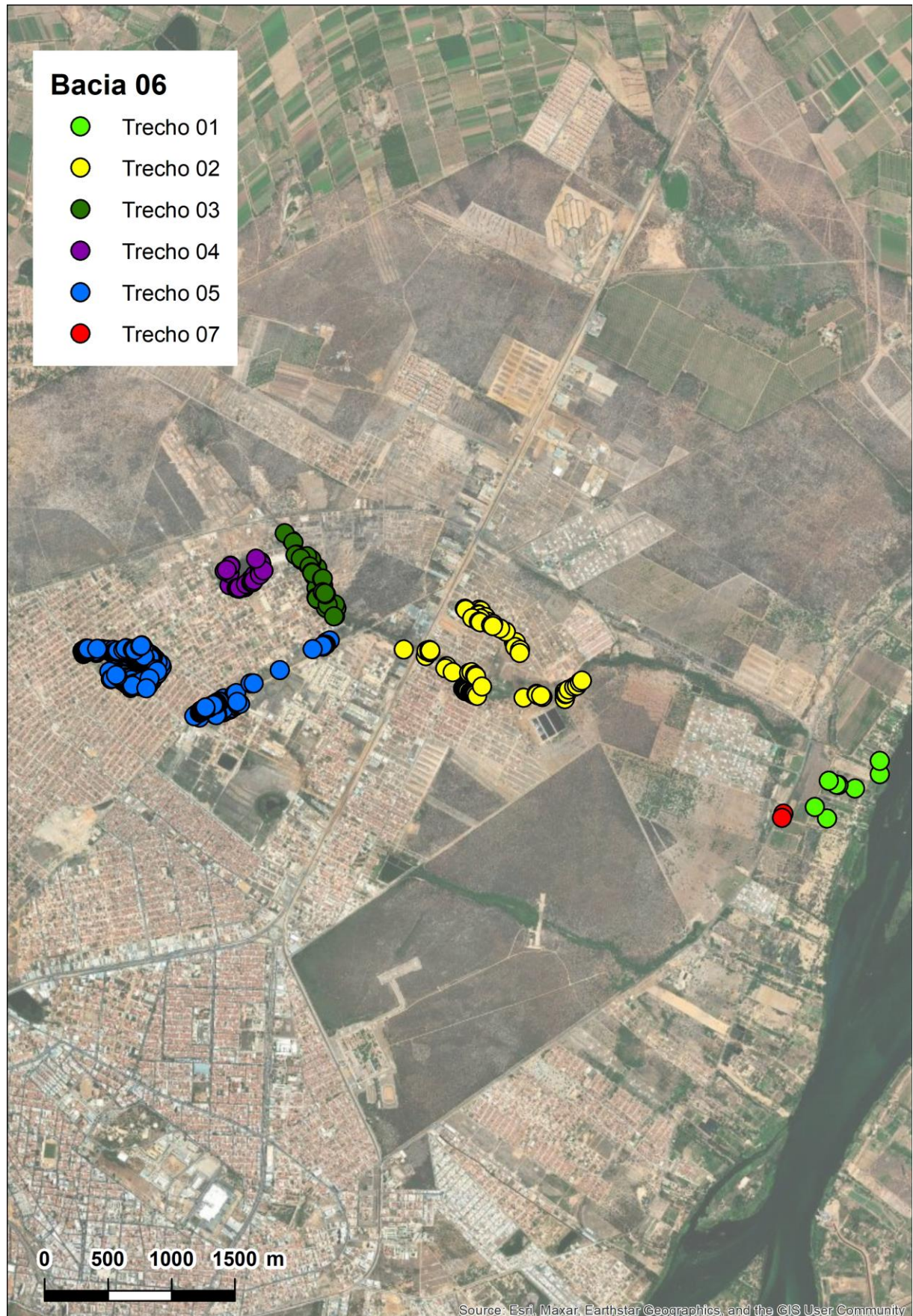
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 29. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.

Trecho	Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	Índice de Benefício
Trecho 01	2	1	2	2	1	1,51
Trecho 02	59	11	2	0	0	5,71
Trecho 03	46	7	0	0	0	3,94
Trecho 04	28	0	1	0	0	2,03
Trecho 05	300	22	18	0	0	26,12
Trecho 06	0	0	0	0	0	0,00
Trecho 07	2	0	0	0	0	0,00

Fonte: PDCA (2025).

Figura 96. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 30. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Benefício das ações.

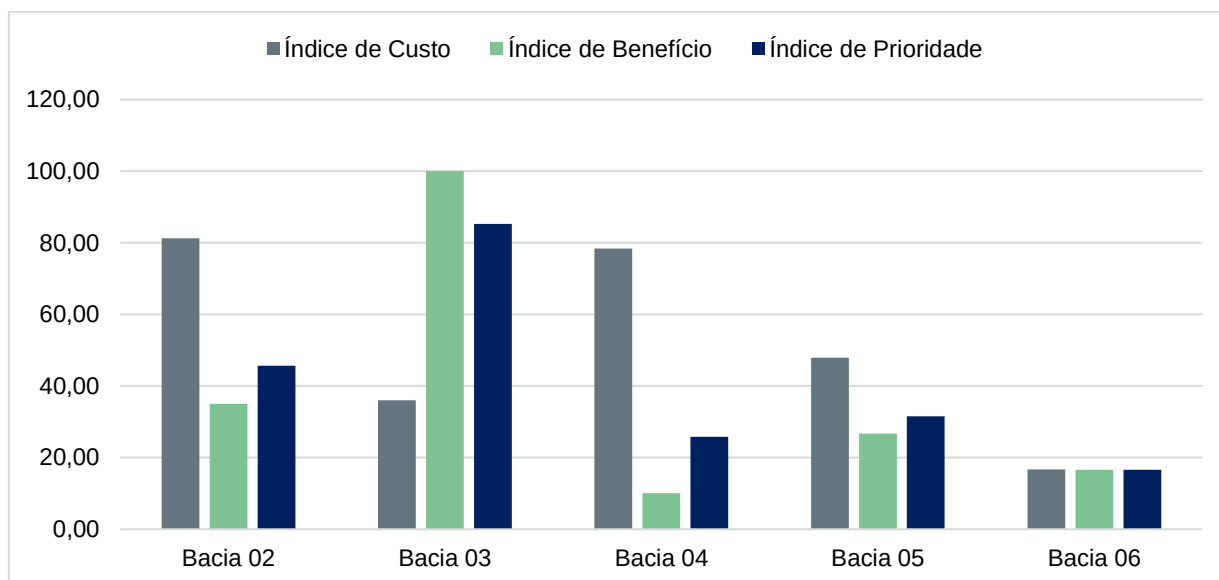
Ordem	Bacia	Trecho	Nº de Edificações por Faixa de Risco					Índice de Benefício (0 – 100)
			Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	
1	Bacia 03	Trecho 02	405	120	178	75	9	100,0
2	Bacia 03	Trecho 07	872	59	27	0	0	70,3
3	Bacia 02	Trecho 01	659	34	19	22	6	59,2
4	Bacia 05	Trecho 03	459	5	21	18	4	40,9
5	Bacia 03	Trecho 06	416	21	10	0	0	32,0
6	Bacia 06	Trecho 05	300	22	18	0	0	26,1
7	Bacia 02	Trecho 02	319	0	0	0	0	20,9
8	Bacia 03	Trecho 05	257	10	0	2	0	18,7
9	Bacia 04	Trecho 02	171	0	0	2	0	11,7
10	Bacia 05	Trecho 02	57	20	15	9	0	11,7
11	Bacia 03	Trecho 04	82	15	8	1	0	9,2
12	Bacia 04	Trecho 01	43	6	2	6	7	7,9
13	Bacia 05	Trecho 01	44	9	2	5	1	6,1
14	Bacia 06	Trecho 02	59	11	2	0	0	5,7
15	Bacia 05	Trecho 04	64	3	0	0	0	4,6
16	Bacia 04	Trecho 03	54	1	2	0	1	4,4
17	Bacia 06	Trecho 03	46	7	0	0	0	3,9
18	Bacia 03	Trecho 03	32	5	2	1	0	3,4
19	Bacia 03	Trecho 08	45	1	0	0	0	3,1
20	Bacia 02	Trecho 03	13	0	2	4	2	3,0
21	Bacia 06	Trecho 04	28	0	1	0	0	2,0
22	Bacia 06	Trecho 01	2	1	2	2	1	1,5
23	Bacia 03	Trecho 01	2	0	3	0	0	0,7
24	Bacia 03	Trecho 09	0	0	0	0	0	0,0
25	Bacia 06	Trecho 06	0	0	0	0	0	0,0
26	Bacia 06	Trecho 07	2	0	0	0	0	0,0

Fonte: PDCA (2025).

10.3 HIERARQUIA DE PRIORIDADE DAS AÇÕES

Analisando o custo e o benefício por bacia de forma conjunta, observa-se que a bacia 03 possui o maior grau de prioridade em relação as demais, sobretudo pelo benefício que será obtido a partir da implementação das ações propostas. A bacia 02 apresenta o segundo maior grau de prioridade, seguida das bacias 05 e 04, e por fim, a bacia 06 possui o menor grau de prioridade em relação as demais. Em relação a bacia 06 é necessário salientar que o seu benefício é superior à bacia 04, mas devido o elevado custo estimado (baixo índice de custo), a bacia 06 situa-se na última posição de prioridade.

Figura 97. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.



Fonte: PDCA (2025).

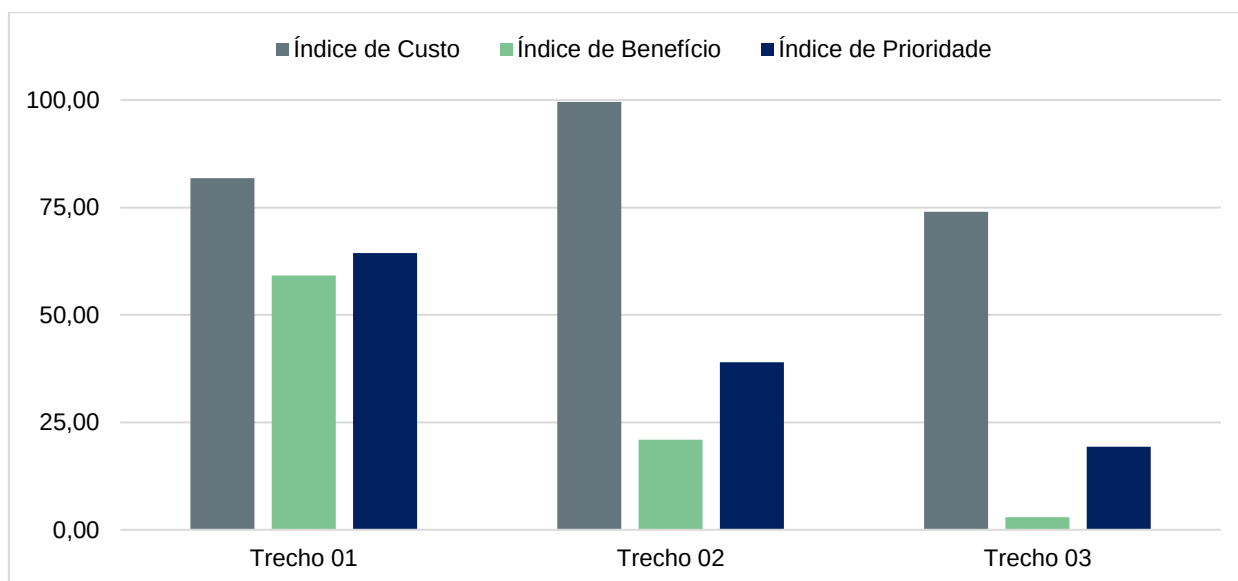
Tabela 31. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.

Bacia	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade
Bacia 02	81,22	34,99	45,62
Bacia 03	36,00	100,00	85,28
Bacia 04	78,38	10,12	25,82
Bacia 05	47,87	26,67	31,55
Bacia 06	16,67	16,61	16,62

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 02, o trecho 01 possui o maior grau de prioridade, o qual ocupa a terceira posição quando comparado com todos os trechos de todas as bacias, demonstrando assim a importância da implementação das ações no trecho. O trecho 02 possui prioridade intermediária, situado entre os 10 primeiros trechos prioritários, e o trecho 03 posiciona-se entre os trechos com menor prioridade.

Figura 98. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.



Fonte: PDCA (2025).

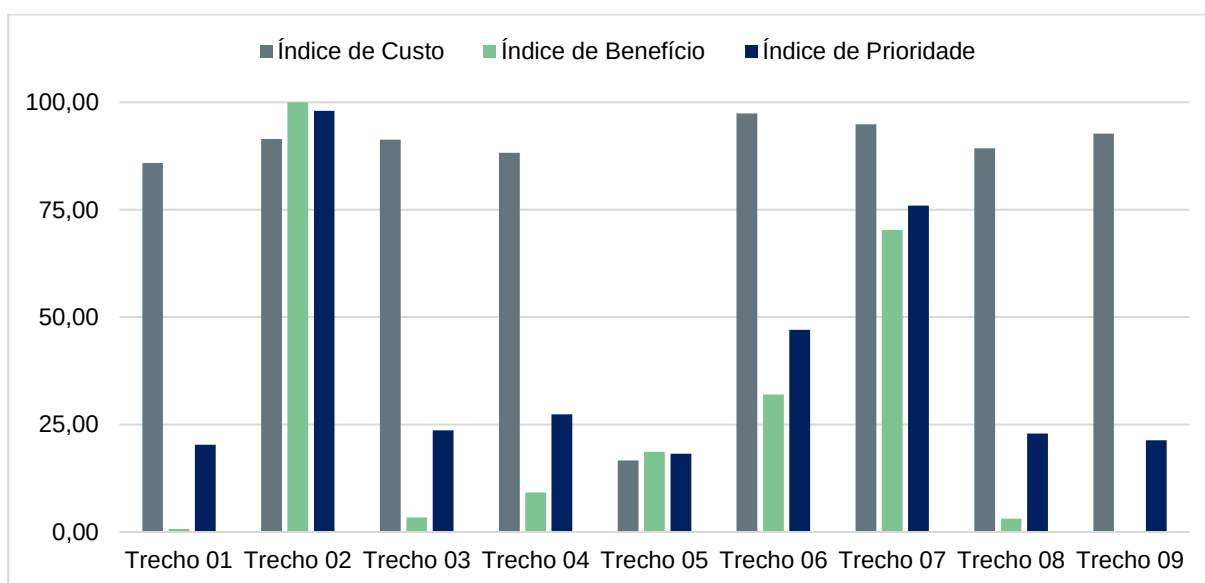
Tabela 32. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.

Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade	Ordem
Trecho 01	81,81	59,19	64,39	3
Trecho 02	99,55	20,93	39,01	6
Trecho 03	73,99	2,95	19,29	21

Fonte: PDCA (2025).

Na bacia 03 observa-se que os trechos 02 e 07 possuem índice de prioridade elevado, os quais se posicionam respectiva na 1ª e 2ª posição de prioridade geral em relação à todas as bacias e trechos analisados. O trecho 06 também se coloca em posição de prioridade elevada, ocupando a 4ª posição de prioridade geral, enquanto os demais trechos se posicionam de forma intermediária, (exceto os trechos 01 e 05). Em relação aos trechos 01 e 05, ambos se colocam com baixa prioridade no ranking geral, posicionando-se respectivamente na 20ª e 23ª posição de ordem prioridade geral.

Figura 99. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

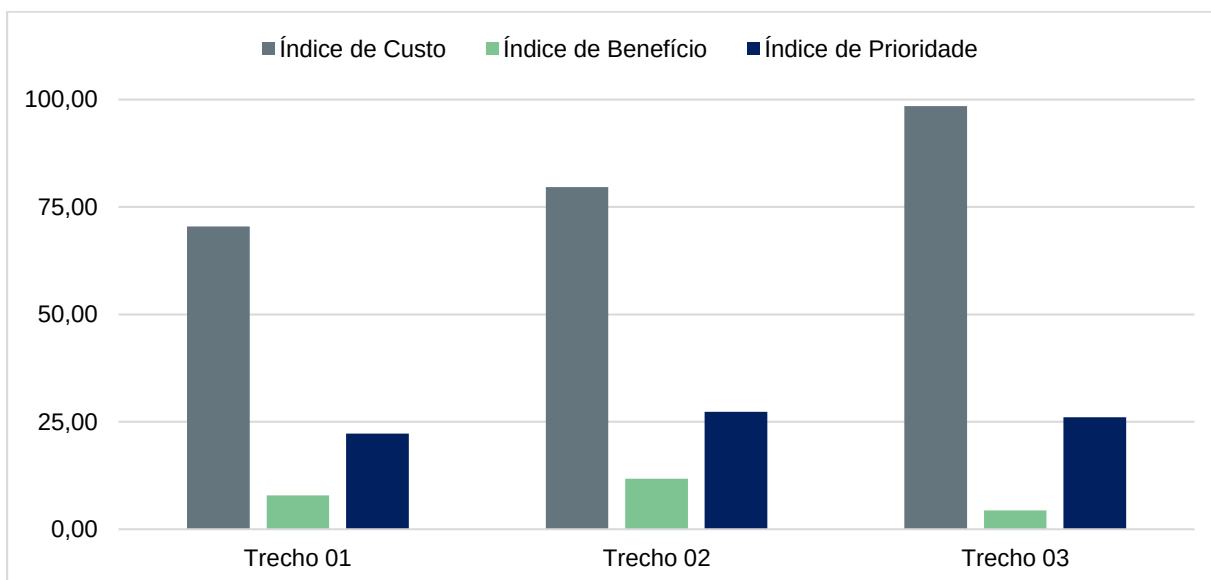
Tabela 33. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.

Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade	Ordem
Trecho 01	85,83	0,72	20,30	20
Trecho 02	91,46	100,00	98,04	1
Trecho 03	91,31	3,41	23,63	13
Trecho 04	88,26	9,19	27,37	9
Trecho 05	16,67	18,70	18,23	23
Trecho 06	97,43	32,02	47,06	4
Trecho 07	94,90	70,28	75,94	2
Trecho 08	89,28	3,08	22,91	14
Trecho 09	92,71	0,00	21,32	18

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 04 todos os trechos se situam em posição intermediária de prioridade geral, destacando-se o trecho 02, o qual se posiciona entre os 10 primeiros trechos prioritários. Sobre o trecho 02, este se refere ao trecho do Canal do São José entre a Av. da Integração e a Av. Cardoso de Sá, e o qual atualmente já apresenta problemas de macrodrenagem, sobretudo pelo estrangulamento existente no Condomínio Maria Maria. O trecho 01 se refere ao Canal do Alto Cheiroso, que opera em condições críticas e o qual apresenta riscos de transbordamento para eventos extremos. E por fim, o trecho 03 se refere à Lagoa do Jatobá, sendo necessário para a absorção do escoamento proveniente de condomínios e loteamentos situados na região, onde já são relatados alguns problemas relacionados à drenagem.

Figura 100. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.



Fonte: PDCA (2025).

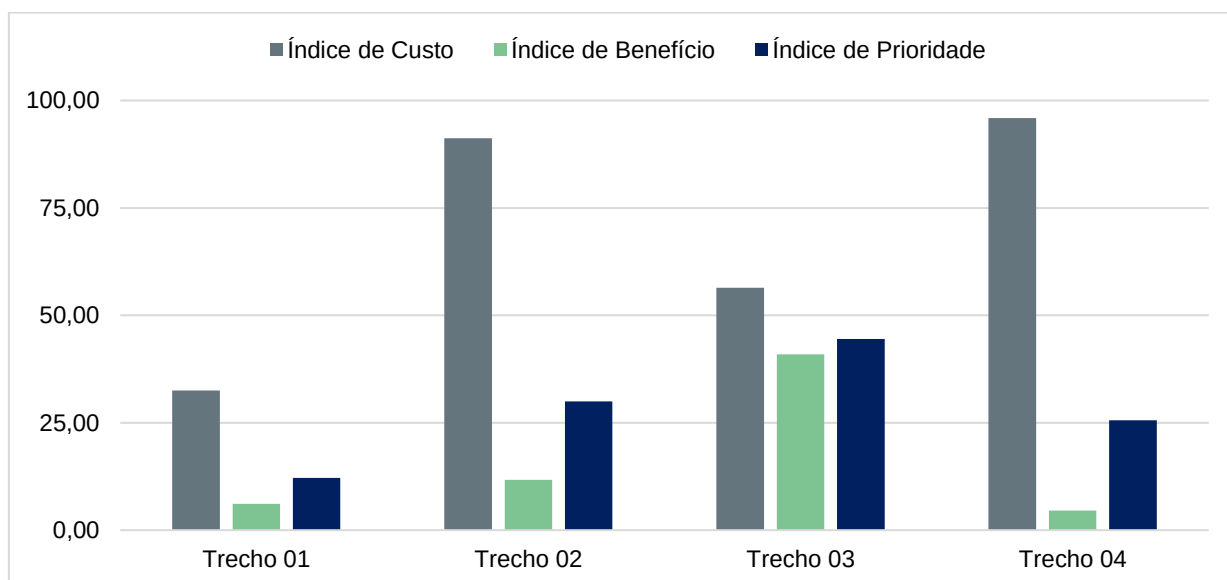
Tabela 34. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.

Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade	Ordem
Trecho 01	70,50	7,87	22,28	17
Trecho 02	79,60	11,75	27,35	10
Trecho 03	98,49	4,40	26,04	11

Fonte: PDCA (2025).

Na Bacia 05, os trechos 02 e 03 situam-se entre os 10 primeiros trechos prioritários, sobretudo o trecho 05, que se posiciona na quarta prioridade geral. O trecho 01 situa-se na última posição de prioridade, devido o seu baixo índice de benefício, e o trecho 04 coloca-se em posição intermediária.

Figura 101. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.



Fonte: PDCA (2025).

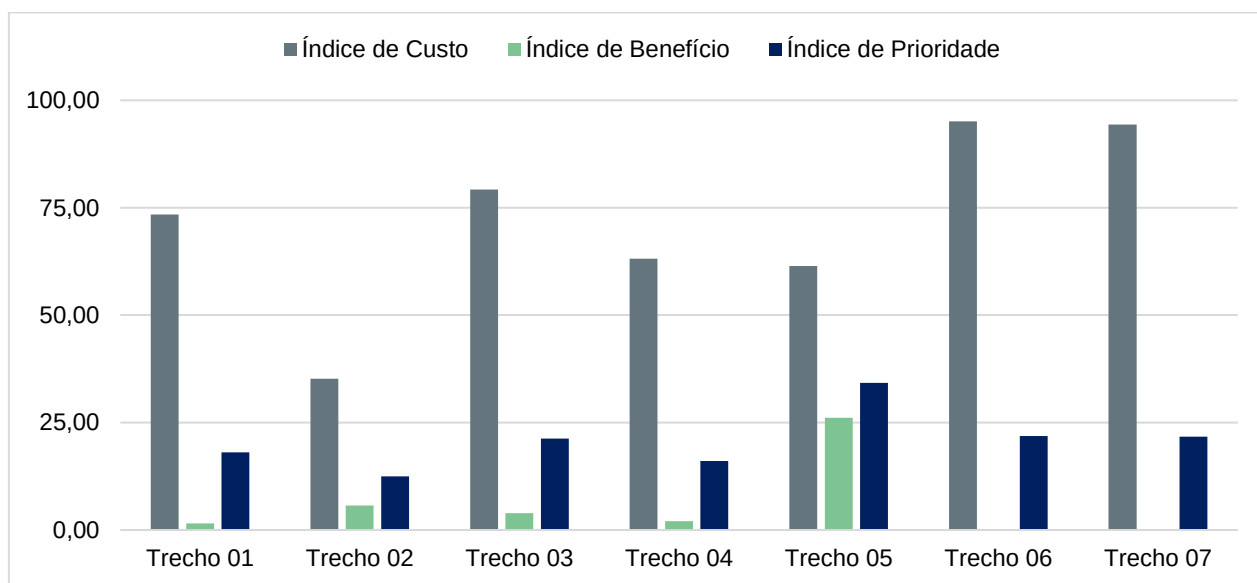
Tabela 35. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.

Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade	Ordem
Trecho 01	32,52	6,10	12,18	26
Trecho 02	91,19	11,68	29,97	8
Trecho 03	56,43	40,94	44,51	5
Trecho 04	95,93	4,59	25,60	12

Fonte: PDCA (2025).

Na bacia 06, apenas o trecho 05 (Canal da Av. Redenção e Lagoa São Joaquim) situa-se entre os 10 primeiros trechos prioritários. Nesta bacia, embora o índice de custo seja elevado, observa-se que o índice de benefício é baixo para todos os trechos (com exceção do trecho 05), sendo esta a principal razão para os resultados obtidos na classificação de prioridade. Por fim, observa-se também que o trecho 06 (Lagoas do Topázio) situa-se na última posição geral de prioridade, considerando o maior custo estimado das ações e o menor benefício que será obtido uma vez que a região não possui edificações em risco.

Figura 102. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 36. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.

Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade	Ordem
Trecho 01	73,45	1,51	18,06	22
Trecho 02	35,23	5,71	12,50	25
Trecho 03	79,24	3,94	21,26	19
Trecho 04	63,16	2,03	16,09	24
Trecho 05	61,40	26,12	34,23	7
Trecho 06	95,07	0,00	21,87	15
Trecho 07	94,34	0,00	21,70	16

Fonte: PDCA (2025).

Tabela 37. Ordem de prioridade dos trechos.

Ordem	Bacia	Trecho	Índice de Custo	Índice de Benefício	Índice de Prioridade
1	Bacia 03	Trecho 02	91,46	100,00	1
2	Bacia 03	Trecho 07	94,90	70,28	2
3	Bacia 02	Trecho 01	81,81	59,19	3
4	Bacia 03	Trecho 06	97,43	32,02	4
5	Bacia 05	Trecho 03	56,43	40,94	5
6	Bacia 02	Trecho 02	99,55	20,93	6
7	Bacia 06	Trecho 05	61,40	26,12	7
8	Bacia 05	Trecho 02	91,19	11,68	8
9	Bacia 03	Trecho 04	88,26	9,19	9
10	Bacia 04	Trecho 02	79,60	11,75	10
11	Bacia 04	Trecho 03	98,49	4,40	11
12	Bacia 05	Trecho 04	95,93	4,59	12
13	Bacia 03	Trecho 03	91,31	3,41	13
14	Bacia 03	Trecho 08	89,28	3,08	14
15	Bacia 06	Trecho 06	95,07	0,00	15
16	Bacia 06	Trecho 07	94,34	0,00	16
17	Bacia 04	Trecho 01	70,50	7,87	17
18	Bacia 03	Trecho 09	92,71	0,00	18
19	Bacia 06	Trecho 03	79,24	3,94	19
20	Bacia 03	Trecho 01	85,83	0,72	20
21	Bacia 02	Trecho 03	73,99	2,95	21
22	Bacia 06	Trecho 01	73,45	1,51	22
23	Bacia 03	Trecho 05	16,67	18,70	23
24	Bacia 06	Trecho 04	63,16	2,03	24
25	Bacia 06	Trecho 02	35,23	5,71	25
26	Bacia 05	Trecho 01	32,52	6,10	26

Fonte: PDCA (2025).

11 CRONOGRAMA DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

A partir da classificação de prioridade das medidas propostas, foi realizada a elaboração do Plano de Implementação das Ações, o qual consiste na definição dos horizontes temporais em que cada ação deverá ser executada (curto prazo, médio prazo e longo prazo). Nesta etapa foram consideradas todas as ações propostas no Plano, e não apenas as ações específicas determinadas para os trechos prioritários.

Para isso, considerou-se a urgência das ações e aspectos relacionados às possibilidades de implementação. Em relação à urgência, foi observado o grau de prioridade obtido a partir da hierarquização de prioridade calculada, e também, aspectos identificados ao longo da elaboração do plano e os quais explicitam as necessidades de ações com maior e menor urgência. Por sua vez, em relação às possibilidades de implementação buscou-se distribuir as ações de modo que estas possam ser viabilizadas no aspecto temporal, considerando o seu tempo de execução, evitando concentrar a execução de um número excessivo de ações num mesmo período de tempo, e assim, buscando o máximo possível distribuir as ações ao longo do horizonte do plano.

Em curto prazo, no horizonte de até 2 anos a partir da aprovação do Plano, estão as ações relacionadas à elaboração de projetos básicos para as medidas estruturais nas bacias, a efetivação das desapropriações e desocupações, e medidas mitigadoras complementares como a implementação das APP's e Áreas *Non Aedificandi*, desenvolvimento de sistema de monitoramento e alerta, e ações de manutenção preventiva da rede de drenagem. Dessa forma, busca-se concentrar as medidas com menores custos no horizonte de curto prazo, de modo que a gestão municipal possa planejar o orçamento (incluindo a captação de recursos) para a posterior execução das intervenções de maior porte orçamentário. Ainda assim, a execução de destas ações já irão trazer benefícios diretos no que diz respeito à redução de riscos hidrológicos no município, sobretudo no que diz respeito à desapropriações e desocupações, implementação das APP's e Áreas *Non Aedificandi*, o desenvolvimento de sistema de monitoramento e alerta, e ações de manutenção preventiva da rede de drenagem.

Por sua vez, maior parte das ações estruturais são recomendadas para implantação em médio prazo, entre 2 e 10 anos a partir da aprovação do Plano, uma vez que se trata de trechos críticos já existentes e os quais devem ser solucionados da forma mais breve possível. Com a implementação das ações recomendadas para o cenário de médio prazo, espera-se mitigar os riscos para 88% das edificações atualmente situadas em condições de riscos hidrológicos.

Por fim, as ações de longo prazo, entre 10 e 20 anos a partir da aprovação do Plano, se constituem enquanto ações estruturais em alguns trechos específicos com baixo grau de prioridade. Nestes trechos, observa-se que os mesmos não se tratam de pontos críticos relacionados à macrodrenagem do município, além de se localizarem em trechos ainda não

ocupados e com baixo índice de risco. No entanto, alguns trechos situados no horizonte de longo prazo podem ter a implantação de intervenções antecipadas, em caso de ocupação de áreas em momento anterior.

Tabela 38. Custo e potencial de redução de riscos das ações por horizonte de implantação.

Horizonte	Custo das ações (R\$)	Potencial de Redução de Riscos
Curto Prazo (Até 02 anos)	R\$ 20.000.000,00	576 Edificações (11 % do total)
Médio Prazo (Entre 02 e 10 anos)	R\$ 300.000.000,00	4.679 Edificações (88 % do total)
Longo Prazo (Entre 10 e 20 anos)	R\$ 125.000.000,00	18 Edificações (1 % do total)

Tabela 39. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 1.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 01	X		
Implementação de APP's e Áreas Non Aedificandi		X	

Tabela 40. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 2.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 02	X		
Desapropriações e desocupações a partir dos projetos básicos	X		
Execução do Trecho 01		X	
Execução do Trecho 02		X	
Execução do Trecho 03			X

Tabela 41. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 3.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 03	X		
Desapropriações e desocupações a partir dos projetos básicos	X		
Execução do Trecho 01		X	
Execução do Trecho 02		X	
Execução do Trecho 03		X	
Execução do Trecho 04		X	
Execução do Trecho 05		X	
Execução do Trecho 06		X	
Execução do Trecho 07		X	
Execução do Trecho 08			X
Execução do Trecho 09			X

Tabela 42. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 4.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 04	X		
Desapropriações e desocupações a partir dos projetos básicos	X		
Execução do Trecho 01		X	
Execução do Trecho 02		X	
Execução do Trecho 03		X	

Tabela 43. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 5.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 05	X		
Desapropriações e desocupações a partir dos projetos básicos	X		
Execução do Trecho 01		X	
Execução do Trecho 02		X	
Execução do Trecho 03		X	
Execução do Trecho 04		X	

Tabela 44. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 6.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 06	X		
Desapropriações e desocupações a partir dos projetos básicos	X		
Execução do Trecho 01		X	
Execução do Trecho 02		X	
Execução do Trecho 03		X	
Execução do Trecho 04		X	
Execução do Trecho 05		X	
Execução do Trecho 06			X
Execução do Trecho 07			X

Tabela 45. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 7.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Elaboração de projetos básicos da Bacia 07	X		
Implementação de APP's e Áreas Non Aedificandi	X		

Tabela 46. Horizonte temporal de implementação de outras ações propostas.

Ação	Curto Prazo	Médio Prazo	Longo Prazo
Desenvolvimento e Implementação de Sistema de Monitoramento e Alerta	X		
Elaboração de Planos de Segurança de Barragens (Bacia 03)	X		

REFERÊNCIAS

ABNT. Resíduos sólidos – Classificação. Norma Brasileira. **Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT**. 71p. 2004.

ADASA. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais urbanas do Distrito Federal. Editores: Luiz Fernando Orsini Yazaki, Marcos Helano Fernandes Montenegro, Jeferson da Costa. Brasília, DF: **ADASA, UNESCO**. p.: il. ISBN 978-85-53093-01-4. 2018.

AGRA FILHO, S. S.; VIÉGAS, O. Planos de gestão e programas de monitoramento costeiro: diretrizes de elaboração. Brasília: **Programa Nacional do Meio Ambiente**, 1995.

AHERN, J. Green Infrastructure for Cities: The Spatial Dimension. In: Cities of the Future – Towards Integrated Sustainable Water Landscape Management, (orgs.) Novotny, V. e Brown, P. **IWA Publishing**, London, 2007. pp. 267-283.

ALENCAR, A. K. B. Urbanismo Sensível às Águas: O paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos. Tese apresentada à **Universidade Federal de Pernambuco – UFPE**. Recife, 2016.

ALEPE LEGIS. Lei nº 13.047/2006. **Legislação do Estado de Pernambuco**. 2006. Disponível em: <<https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?id=485&tipo=>>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

ALMEIDA, F. F. M. de. O Cráton do São Francisco. **R. Brasileira de Geociências**, 7(4):349-364, 1977.

ALMEIDA, F. F. M. de. Origem e evolução da plataforma brasileira. Rio de Janeiro, **DNPM/DGM**. 36P. II. (BOLE-TIM, 241). 1967.

ALMEIDA, F. F. M. de; HASUI, Y; BRITO NEVES, B. B. de; FUCK, R. A. Províncias estruturais brasileiras. In: SIM - PC1S10 DE GEOLOGIA DO NORDESTE, 7, Campina Grande. Anais do Campina Grande, **Soc. Bras. Geol**, 449p. il. p.363-391. 1977.

ALMEIDA, L. V. Q.; ELEUTÉRIO, J. C. Estado da arte de curvas de danos potenciais de inundações para o setor habitacional. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 23, 2019, Foz do Iguaçu. Anais.... Foz do Iguaçu: ABRH/SBRH, 2019.

ALVES, J. O.; PEREIRA, P. C.; QUEIROZ, M. G.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, J. M. S; ARAÚJO JUNIOR, G. N. Índice de anomalia de chuva para diferentes mesorregiões do Estado de Pernambuco. **Revista Pensar Acadêmico**, v. 14, n. 1, p. 37-47, 2016.

ANA. Indicadores de Qualidade - Índice de Qualidade das Águas (IQA). Portal da Qualidade das Águas. **Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA**. 2022. Disponível em: <<http://pnqa.ana.gov.br/indicadores-indice-aguas.aspx>>. Acesso em: 29 de novembro de 2022.

ANA. Resolução Conjunta ANEEL/ANA nº 03, de 10 de agosto de 2010. **Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL. Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA**. 2010. Disponível em: <https://arquivos.ana.gov.br/infohidrologicas/cadastro/ResolucaoConjunta_n_003-2010.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2022.

ANDRADE, A. O. de; LOPES, R. J. de C.; LIMA, R. L. F. A.; MOURA, R. C. G.; LIMA JÚNIOR, C. de. Monitoramento da arborização urbana por sensoriamento remoto em um município inserido no semiárido brasileiro. **Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer** – Jandaia-GO, v.18 n.36; p. 242, 2021.

APAC. Bacias Hidrográficas: GI – 08. Recife: **Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC**. 2019a. Disponível em: <apac.pe.gov.br/pagina.php?page_id=5&subpage_id=34>. Acesso em 10 de dezembro de 2021.

APAC. Monitoramento Pluviométrico. **Agência Pernambucana de Águas e Clima – APAC**. Recife, 2019b. Disponível em: <apac.pe.gov.br/meteorologia/monitoramento-pluvio.php>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

APAC. Relatório de situação de recursos hídricos do Estado de Pernambuco 2011/2012. **Agência Pernambucana de Águas e Clima - APAC**. Governo do Estado de Pernambuco. Recife, 116p.: il. CDU 556(813.4)(047.3). 2013.

APPELBAUM, S. Determination of Urban Flood Damages. **Journal of Water Resources Planning and Management-ASCE**, v.111, n.2, pp. 269-283, 1985.

ARRAES, F. D. D.; ANDRADE, E. M.; SILVA, B. B. Dinâmica do balanço de energia sobre o açude Orós e suas adjacências. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 1, p. 119-127, 2012.

AYOADE, J. O. Introdução à climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro, **Bertrand Brasil**. 332 p. (il). ISBN 8528604276 (broch.). 1996.

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.

BENEDICT, M. A., MCMAHON, E. T. Green Infrastructure – Linking Landscapes and Communities. **Island Press**, Washington, 2006.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. Piracicaba: **Editora Livroceres**. 392p. 1985.

BINDER, W. “Renaturalização de Rios - Possibilidades e Limites da Engenharia Ambiental” Projeto Planágua - **SEMAPS/GTZ**. Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 1998. 39p.

BORGES, M. I. A. ASSIS, E. S. Desenho Urbano Sensível à Água: Padrões e Exemplos de Aplicação para Áreas Vulneráveis às Mudanças Climáticas em Belo Horizonte, Brasil. 8º Congresso Luso-Brasileiro para o Planejamento Urbano, Regional, Integrado e Sustentável – **PLURIS**. 2018.

BRAGA, B. P. F. Non-structural flood control measures – introductory notes for a special issue for urban waters. **Urban Water. Guest Editorial**, v. 1, 1999.

BRASIL. Lei nº 12.651. **Diário Oficial da União**, 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm>. Acesso em: 16 de dezembro de 2022.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Caatinga. Brasília: **MMA**, 2002.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Programa de Ação Nacional de Combate à Desertificação. Brasília: **MMA**, 2004.

BRITO NEVES, B. B. de. Geologia das Folhas Upamirim e Morro do Chapéu, Bahia. Recife, **CONESP-SUDENE**. 52p. (Relatório Técnico,17). 1967.

BROWN, Rebekah.; KEATH, Nina.; e WONG, Tony. Urban water management in cities: historical, current and future regimes. **Water Science & Technology**, v. 59, n. 5, 2009.

CABRAL, J. J. S. P.; ALENCAR, A. V. Recife e a convivência com as águas. In: **Gestão do Território e Manejo Integrado das ÁGUAS urbanas**, Ministério das Cidades. Brasília – DF. 2005.

CANÇADO, V. **Consequências econômicas das inundações e vulnerabilidade**. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Engenharia, Belo Horizonte, 2009.

CANHOLI, A. P. Drenagem urbana e controle de enchentes. **Oficina de Textos**. 2a Edição ampliada e atualizada. São Paulo. ISBN: 978-85-7975-160-8. 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.

CAXITO, F. A. Geotectônica e evolução crustal das Faixas Rio Preto e Riacho do Pontal, Estados da Bahia, Pernambuco e Piauí. 2013. **Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Minas**, 2013.

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.

CEIVAP. Programa de Monitoramento Hidrológico Quali-quantitativo do CEIVAP – MONITORAR CEIVAP. **Comitê de Integração da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul – CEIVAP**. Resende/RJ. 2021.

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.

CENGİZ, B (2013) - Urban River Landscapes. Advances in **Landscape Architecture**, book edited by Murat Özyavuz, ISBN, p. 978-n 953, 2013.

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.

CERQUEIRA, E. C.; D'ÁVILA, J. S.; SANTOS, J. M. Diagnóstico hidrológico e proposta para monitoramento dos recursos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do rio Paraguari - SSA/BA/Brasil. **Anais do X Encontro de Geógrafos da América Latina**. Universidade de São Paulo. 2005.

CETESB. Guia Nacional de coleta e preservação de amostras. **Companhia de Tecnologia e Saneamento Ambiental**. São Paulo: **CETESB**, Brasília: ANA, 326 p, 2011.

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>. 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>. Acesso em: 22 de fevereiro de 2022.

CHESF. Vazão no Velho Chico será de 3 mil m³/s. **Companhia Hidro Elétrica do São Francisco – CHESF**. 2022c. Disponível em: <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. **Companhia de Desenvolvimento do Vale do São Francisco e Parnaíba**. 2011. Disponível em: <<http://www.codevasf.gov.br/>>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

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.

COMPDEC. Plano de Contingência de Proteção e Defesa Civil – PLANCON. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil – COMPDEC. **Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Habitação – SEDURBH**. Petrolina/PE. 2022.

COMPDEC. Relatório 013/2021. Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil. **Secretaria Executiva de Segurança Pública**. Prefeitura de Petrolina. Petrolina, 2021.

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.

COUTINHO, M. P.; MEDEIROS, J. D.; SORIANO, E.; LONDE, L. R.; LEAL, P. J. V.; SAITO, S. M. O Código Florestal Atual (Lei Federal nº 12.651/2012) e suas implicações na prevenção de desastres naturais. **Sustainability in Debate/Sustentabilidade em Debate**, v. 4, n. 2, 2013.

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.

CPRM. Projeto Cadastro de Fontes de Abastecimento por Água Subterrânea. Pernambuco. Diagnóstico do Município de Petrolina. **Ministério de Minas e Energia. Secretaria de Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Serviço Geológico do Brasil - CPRM. Recife. 2005. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/bitstream/doc/16562/1/Rel_Petrolina.pdf>. Acesso em: 05 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.

DE BIASE, M. A carta clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. **Revista de Geografia**, São Paulo, v. 6, p. 45- 60. 1993.

DRUMOND, M. A.; KIILL, L. H. P.; LIMA, P. C. F.; OLIVEIRA, M. C. de; OLIVEIRA, V. R. de; ALBUQUERQUE, S. G. de; NASCIMENTO, C. E. de S.; CAVALCANTI, J. Avaliação e identificação de ações prioritárias para a conservação, utilização sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade do bioma Caatinga: estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. Petrolina: **PROBIO**, 2000. Disponível em:

<http://www.biodiversitas.org.br/Caatinga/relatorios/uso_sustentavel.pdf>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

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.

EMBRAPA. Solos da Margem Esquerda do Rio São Francisco: Município de Petrolina, Estado de Pernambuco / Tony Jarbas Ferreira Cunha [et. al.]. – **Petrolina: Embrapa Semiárido**, 273 p.: il. (Embrapa Semiárido. Documentos, 236). ISSN 1808-9992. Dezembro, 2010.

EMBRAPA. Zoneamento Agroecológico do Estado de Pernambuco (ZAPE). **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA Solos – UEP Recife**. 2001. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/4697/zoneamento-agroecologico-do-estado-de-pernambuco-zape>>. Acesso em: 16 de março de 2022.

EMPESA. RIMA - Implantação de central de tratamento de resíduos sólidos em área rural do município de Petrolina. **RIMA – CTR Petrolina**. 2011.

FARR, D. Sustainable Urbanism – Urban design with nature. **John Wiley & Sons, Inc.** Hoboken, NJ, 2008.

FIGUEIRÔA, I.; SILVA FILHO, M. A. da. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil: carta geológica, carta metalogenético-previsional — Escala 1:100.000 (folha SC.24-V•C•111 Petrolina). **Estados de Pernambuco e Bahia**. Brasília, DNPM/CPRM, 1990.

FISRWG - FEDERAL INTERAGENCY STREAM RESTORATION WORKING GROUP –. “Stream Corridor Restoration: Principles, Process, and Practices”. Published USA Government, October, 1998. Revised August, 2001. Disponível em: [http://www.usda.gov/stream restoration](http://www.usda.gov/stream%20restoration). Acesso em: 09 set. 2004. 630p.

FOLHARINI, S. O.; SOUZA, S. O. Mapeamento do uso e ocupação da terra do município de Petrolina (PE) – médio vale do rio São Francisco através do NDVI de imagem LANDSAT 8 (OLI). **Revista Equador (UFPI)**, Vol. 8, Nº 2, p.489 – 502. Piauí. 2019.

FORMAN, R. T. T. Land Mosaics - The Ecology of Landscapes and Regions. **Cambridge**, 1995.

FUJITA, S. Stormwater goes to ground as Japan chooses infiltration. **Water Quality**

GREENBERG, A. G.; CLESCERI, L. S.; EATOON, A. D. Standard Methods for the examination of water and wastewater. 18 ed. **Washington: APHA**, 1267 p. 1992.

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.

HERZOG, C. P.; ROSA, L. Z. Infraestrutura verde: sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana. **Inverde**, Rio de Janeiro, 2009.

HOYER, J.; DICKHAUT, W.; KRONAWITTER, L.; WEBER, B. Water sensitive urban design: principles and inspiration for sustainable storm water management in the city of the future. **Jovis Hamburg**, Germany, 2011.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023.

IBGE. Áreas urbanizadas. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/cartas-e-mapas/redes-geograficas/15789-areas-urbanizadas.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 12 de dezembro de 2021.

IBGE. Censo Agropecuário. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. 2006.

IBGE. Censo Agropecuário. Petrolina. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE**. 2017. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/petrolina/pesquisa/24/76693>>. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

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.

IBGE. Produção agrícola municipal. **Centro Brasileiro de Estatísticas Agropecuárias**. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Rio de Janeiro, 2016.

IBGE. Projeções de população. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística**. 2018. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: 06 de dezembro de 2021.

IGNATIEVA, M. “Planning and design of ecological networks in urban areas”. Palestra no URBIO 2010 – Conferência de Biodiversidade Urbana e Projeto, In: **Proceedings of the 2nd International Conference of Urban Biodiversity and Design**. Nagoya, Japão, pp.24-26, 2010.

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.

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

JABOR, M. A. Drenagem de Rodovias. Estudos hidrológicos e projeto de drenagem. **Apostila do curso de drenagem em rodovias**, 2019.

KREYSING, K.; LENZ, R.; RIBEIRO, G. F. Salinização das águas subterrâneas do centro do polígono das secas do nordeste brasileiro. Recife, **SUDENE**, 69p. il (Brasil, SUDENE, Hidrogeologia, 46). 1973.

LANDIM, M. F. M.; ALENCAR, M. T. Urbanização e agronegócio: Petrolina, a cidade está em cena. **Revista Equador (UFPI)**, v. 1, n. 1, p. 4-22. 2012.

LEGISWEB. Resolução nº 237 de 19/12/1997. **Conselho Nacional do Meio Ambiente –CONAMA**. 1997. Disponível em: <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=95982>>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

LEITÃO, M. M. V. B. R.; SANTOS, J. M.; OLIVEIRA, G. M. Estimativas do albedo em três ecossistemas da floresta amazônica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 256-261, 2002.

LEITE, T. A.; MATTA, M. A. S.; CAVALCANTE, I. N. CRAVEIRO, G. S. RODRIGUES, R. C. S. Proposta de educação e conservação hidroambiental da bacia do igarapé do Mata Fome, Belém-PA. **XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**. São Paulo. 2007.

LIMA, P. C. F. Comportamento silvicultural de espécies de prosopis, em Petrolina-PE, região semiárida brasileira. **Curitiba: UFPR**, 1994. Disponível em: <<http://dspace.c3sl.ufpr.br/dspace/bitstream/handle/1884/25339/T%20-%20LIMA,%20PAULO%20CESAR%20FERNANDES.pdf?sequence=1>>. Acesso em:

LIMEIRA, M. C. M.; “Gestão Adaptativa e Sustentável: capacitação social como estratégia para restauração de rios”. Tese de Doutorado em Recursos Naturais. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba. 2008, 298p.

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.

LOUREIRO, H.S.C.; MACÊDO, E.P. Projeto Remanso-Sobradinho: Petrolina, Folha SC.24-V-C-III. Carta Geológica. 1 mapa color. Escala 1:100.000. **Programa Geologia, Mineração e Transformação Mineral**. Salvador: CPRM, 2019.

LWRRDC - LAND AND WATER RESOURCES RESEARCH AND DEVELOPMENT CORPORATION (2000) “A Rehabilitation Manual for Australian Streams”, Vol.1 Disponível em: www.lwrrdc.gov.au Acesso em 15 mar. 2005. 192p.

MACHADO, A. T. M. “A construção de um programa de revitalização na bacia do Rio São Francisco” Revista de Estudos Avançados - USP. vol.22, no.63, p.195-210. Mai./Ago. 2008

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.

MAIDMENT, D.R. (ed.) Handbook of Hydrology. **New York: McGraw Hill**. 1993.

MI. Anuário estatístico de Pernambuco – Tipologia climática. Secretaria de Planejamento e Gestão. Governo do Estado de Pernambuco. **Ministério da Integração Nacional**. 2016.

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.

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.

OLIVEIRA, J. B.; JACOMINE, P. K; CAMARGO, M. N. Classes gerais de solos do Brasil: guia auxiliar para seu reconhecimento. Jaboticabal: FUNEP, 201 p. 1992.

PAIVA, E. M. C. D. Rede de Monitoramento Hidrológico In: Hidrologia Aplicada à Gestão de Pequenas Bacias Hidrográficas/organizado por Paiva, J. B. D. e Paiva, E. M. C. D. **Porto Alegre: ABRH**, 2001.

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

PEREIRA, M. C. S. *et. al*. Influência do controle da impermeabilização no custo do sistema de drenagem. In: XX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS. Anais. Bento Gonçalves: **Associação Brasileira de Recursos Hídricos (ABRH)**, 2013.

PERNAMBUCO. Lei nº 13490/2008. Disponível em <https://legis.alepe.pe.gov.br/texto.aspx?tiponorma=1&numero=13490&complemento=0&ano=2008&tipo=&url=>>

PERNAMBUCO. Mapa estadual das Unidades de Conservação. Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade. Recife: **Semas**, 2011. Disponível em: <http://www2.semas.pe.gov.br/web/sectma>. Acesso em: 10 de dezembro de 2021.

PETROLINA. Decreto nº 021/2018. Disponível em <https://doem.org.br/pe/petrolina>.

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

PETROLINA. Lei nº 2336/2010. Disponível em
<http://www.pe.portaldatransparencia.com.br/prefeitura/petrolina/index.cfm?pagina=lei_decreto&frompage=51&StartRow=276&ato_oficial_tipo_id=2>

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.

PINTO, T. P. Metodologia para a gestão diferenciada de resíduos sólidos da construção urbana. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia, Departamento de Engenharia da Construção Civil, **Escola Politécnica da USP**, São Paulo, 189p. 1999.

PLANALTO. Decreto nº 4.281/2002. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4281.htm>. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

PLANALTO. Decreto nº 7.217/2010. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/decreto/d7217.htm>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

PLANALTO. Decreto nº 10.936/2022. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 2022. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2022/Decreto/D10936.htm#art91>. Acesso em: 11 de dezembro de 2021.

PLANALTO. Decreto nº 24.643/1934. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643compilado.htm>. Acesso em: 11 de dezembro de 2021.

PLANALTO. Lei nº 10.406/2002. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 2002. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/2002/l10406compilada.htm>. Acesso em: 11 de dezembro de 2021.

PLANALTO. Lei nº 12.305/2010. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

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>. 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>. 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>. Acesso em: 15 de julho de 2022.

PLANALTO. Lei nº 8.171/1991. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm>. Acesso em: 11 de janeiro de 2022.

PLANALTO. Lei nº 9.795/1999. **Presidência da República – Secretaria Geral.** 1999. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9795.htm>. Acesso em: 30 de novembro de 2022.

PMGIRS. Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos. **Secretaria Municipal de Infraestrutura, Mobilidade e Serviços Públicos – SEINFRA.** 2020.

PMSB. Plano Municipal de Saneamento Básico de Petrolina (PE). PPSEC Engenharia Ltda. **Prefeitura de Petrolina**. 454p. 2019.

PMSP. Plano Municipal de Saúde de Petrolina/PE. **Prefeitura de Petrolina. Secretaria Municipal de Saúde**. 2017. Disponível em: <<https://saude.petrolina.pe.gov.br/wp-content/uploads/2019/09/PMS-2018-2021-Petrolina.pdf>>. Acesso em: 05 de dezembro de 2021.

PNRS. Plano Nacional de Resíduos Sólidos. **Governo Federal. Ministério do Meio Ambiente**. Brasília. 106p. 2012. Disponível em: <https://sinir.gov.br/images/sinir/Arquivos_diversos_do_portal/PNRS_Revisao_Decreto_280812.pdf>. Acesso em: 12 de janeiro de 2022.

Resolução CONAMA Nº 357, de 17/03/2005. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**, 2011. Disponível em <<https://www.mpf.mp.br/atuacao-tematica/ccr4/dados-da-atuacao/projetos/qualidade-da-agua/legislacao/resolucoes/resolucao-conama-no-357-de-17-de-marco-de-2005/view>>.

Resolução CONAMA Nº 430, de 13/05/2011. **Ministério do Meio Ambiente (MMA)**, 2011. Disponível em <<https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=114770>>.

RONI P. e BEECHIE, T. (2013) - " Introduction to Restoration: Key Steps for Designing Effective Programs and Projects", in Stream and Watershed Restoration A Guide to Restoring Riverine Processes and Habitats. Org. por Roni, P e Beechie, T., ed. John Wiley & Sons, Ltd., Oxford, pp. 1 – 10.

RUANO, M. Ecurbanismo: entornos humanos sostenibles: 60 proyectos = Ecurbanism: sustainable human settlements: 60 case studies, **Gustavo Gili**, Barcelona. 2000.

SANTOS, E. J.; BRITO NEVES, B. E. de. Província Borhorema. In: ALMEIDA, F. F. M.; HASUI, Y. Coord., O Pré-Cambriano do Brasil. São Paulo, **Edgard Blucher**. 378p. il. p.12.3-186. 1984.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; OLIVEIRA, J. B. de; COELHO, M. R.; LUMBRERAS, J. F.; CUNHA, T. J. F. (Ed.). Sistema brasileiro de classificação de solos. **2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos**, 306 p. il. 2006.

SANTOS, J. M. Análise Geoambiental através da estruturação e integração de dados, no contexto da Bacia Hidrográfica do Rio Paraguari. Salvador – BA. Dissertação (Mestrado em Geoquímica e Meio Ambiente) – Curso de Pós-Graduação em Geoquímica e Meio Ambiente, Instituto de Geociências, **Universidade Federal da Bahia**, Salvador, 251 p. 2004.

SARAIVA, M. da G. A. N. O rio como paisagem: gestão de corredores fluviais no quadro do ordenamento do território. **Lisboa: Dinalivro**, 1999.

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.

SILVA, B. B.; BRAGA, A. C.; BRAGA, C. C.; OLIVEIRA, L. M. M.; MONTENEGRO, S. M. G. L. Procedures for calculation of the albedo with OLI-Landsat 8 images: Application to the Brazilian semi-arid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 3-8, 2016.

SILVA, D. A. O.; LOPES, P. M. O.; MOURA, G. B. A.; SILVA, E. F. F.; SILVA, J. L. B.; BEZERRA, A. C. Evolução Espaço-Temporal do Risco de Degradação da Cobertura vegetal. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 34, n. 1, 11 p, 2019.

SILVA, J C A e PORTO, M (2020) - Requalificação de rios urbanos no âmbito da renaturalização, da revitalização e da recuperação, Labor & Eng., Campinas, SP, v.14, 1-19, e020001, 2020 — ISSN 2176-8846

SILVA, M. T.; SILVA, V. P. R.; SOUSA, E. P.; OLIVEIRA, S. D. Análise de Risco de Degradação na Bacia Hidrográfica do Riacho do Pontal – PE. **Revista Brasileira de Geografia Física**. v.3. ISSN:1984-2295. p. 646-660. 2012.

SILVA, S. P. R. da; PALHA, M. L. A. P. F. Inventário da biomassa produtora de biogás de Pernambuco. Companhia Energética de Pernambuco – CELPE. Recife: **Gráfica & Copiadora Nacional**, 2016. 125p. : il. ISBN 978-85-92897-07-9. 2013.

SMDU. Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana. **Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano**. São Paulo, 2012.

SNIS. Série Histórica 2011-2016. **Sistema Nacional de Informação Sobre Saneamento - SNIS. Ministério das Cidades**. 2016. Disponível em: <<http://app.cidades.gov.br/serieHistorica>>. Acesso em: 17 de março de 2022.

SOUSA, R. E. S.; GONÇALVES, G. F. G. Um estudo sobre os impactos decorrentes de inundações no município de Belo Horizonte. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 7, n. 3, p. 591-605, 2018.

SUDENE. Plano de Aproveitamento Integrado dos Recursos Hídricos do Nordeste (PLIRHINE). **Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste** Recife: SUDENE, 1982.

SUDERHSA. Manual de drenagem urbana. Região Metropolitana de Curitiba-PR. **Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental – SUDERHSA**. Governo do Estado do Paraná. Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos. Curitiba. 2002.

TEODORO, V. L. I.; TEXEIRA, D.; COSTA, D. J. L.; FULLER, B. B. O conceito de bacia hidrográfica e a importância da caracterização morfométrica para o entendimento da dinâmica ambiental local. **Revista Uniara**, n.20, p.137-156, 2007.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. v.38, n.1, 1948.

TORRICO, J. J. T. Práticas hidrológicas. **Rio de Janeiro: Transcon**. 120 p. 1974.

TRENTIN, R.; ROBAINA, L. E. de S. Metodologia para mapeamento Geoambiental no Oeste do Rio Grande do Sul. In: **XI Congresso Brasileiro de geografia Física Aplicada**. São Paulo. Anais... São Paulo, pp. 3606-3615. 2005.

TUCCI, C. E. M. Água no meio urbano. Capítulo 14 do Livro Água Doce. **Porto Alegre: UFRGS**. 1997.

TUCCI, C. E. M. Águas urbanas. **Estudos avançados**, v. 22, n. 63, 2008. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-40142008000200007>

TUCCI, C. E. M. Controle de Enchentes. In: ____ (Ed.). Hidrologia: ciência e aplicação. 2ª edição. **Ed. Da Universidade/UFRGS**, cap. 16, p. 621-658. Porto Alegre. 2001.

TUCCI, C. E. M.; GENZ, F. Controle da Urbanização. in: Drenagem Urbana. **Editora da**

Universidade/UFRGS. 1.ed. Porto Alegre:, 428p. 1995.

TUCCI, C.E.M. Inundações e drenagem urbana. In: Tucci, C.E.M., Bertoni, J.C. (eds.) Inundações Urbanas na América do Sul. **ABRH**, Porto Alegre, Brasil, 45-150. 2003.

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.

UNISDR. Estratégia Internacional das Nações Unidas para a Redução de Desastres. 2009 **UNISDR - Terminology on Disaster Risk Prevention**. Geneva: UNISDR/ONU, 2009. Disponível em:

<https://www.unisdr.org/files/7817_UNISDRTerminologyEnglish.pdf>. Acesso em: 29 de novembro de 2021.

URBONAS, B.; STAHR, P. Stormwater Best Management Practices and Detention, **Prentice Hall, Englewood Cliffs**, New Jersey. 450p. 1993.

VASCONCELOS, R. F. A. Drenagem Urbana: entre os rios e o mar, caminhos e descaminhos das águas na cidade. **Cepe**, Recife, 264 p. 2022.

VERÓL, A P (2013) – Requalificação fluvial integrada ao manejo de águas urbanas para cidades mais resilientes, Tese de doutorado, UFRJ/COPPE, Rio de Janeiro.

VEYRET, Y. Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. **São Paulo: Contexto**, 2007.

VOROVENCII, I. Assessing and Monitoring the risk of Desertification in Dobrogea, Romania, using Landsat data and Decision Tree Classifier. **Journal of Environmental Monitoring and Assessment**, v. 187, n. 4, p. 154-220, 2015.

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

WSUD AUSTRALIAN GENERAL CODE. Water ways Water Sensitive Urban Design General Codes. **Australian General Code**. Austrália, 2009. Disponível em: <<http://www.legislation.act.gov.au/ni/2008-27/copy/64663/pdf/2008-27.pdf>>. Acesso em: 22 de novembro de 2022.

XU, D.; KANG, X.; QIU, D.; ZHUANG, D.; PAN, J. Quantitative Assessment of Desertification Using Landsat Data on a Regional Scale: A Case Study in the Ordos Plateau, China. **Sensors**, v. 9, n. 3, p. 1738-1753, 2009.

YU, K. PADUA M. The Art of Survival – Recovering Landscape Architecture. **The Images Publishing Group Pty**, Victoria, 2006.

ZONENSEIN, J. **Índice de risco de cheia como ferramenta de gestão de enchentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1. Mapa de Bacias
- Anexo 2. Mapa da Rede de Drenagem
- Anexo 3. Mapa de trechos críticos existentes
- Anexo 4. Mapa de áreas de ocupação restrita - Bacia 1
- Anexo 5. Mapa de áreas de ocupação restrita - Bacia 1 a Bacia 3
- Anexo 6. Mapa de áreas de ocupação restrita - Bacia 4 a Bacia 7
- Anexo 7. Mapa de áreas de ocupação restrita - Bacia 7.1
- Anexo 8. Mapa de áreas de ocupação restrita - Bacia 7.2
- Anexo 9. Mapa das Áreas de Desapropriação ou Desocupação
- Anexo 10. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 01
- Anexo 11. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 02 e Bacia 03 (parcial)
- Anexo 12. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 03
- Anexo 13. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 04 e Bacia 05 (parcial)
- Anexo 14. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 05
- Anexo 15. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 06
- Anexo 16. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 07
- Anexo 17. Manual de Drenagem;
- Anexo 18. Minuta de Lei do Plano Diretor de Macrodrenagem.