

# **Elaboração do Plano e Projetos de Macrodrenagem Petrolina/PE**

## **PRODUTO P6 – RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL VI**

### **PLANO DE AÇÕES PROPOSTA DE AÇÕES PRIORITÁRIAS**



Recife/PE

Janeiro, 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 P6 – RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL V**

**PLANO DE AÇÕES  
PROPOSTA DE AÇÕES PRIORITÁRIAS**

**Apoio Técnico**



Recife/PE  
Janeiro, 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 06 – Relatório Técnico Parcial V, 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 Diretor de Macrodrenagem de Petrolina/PE é o documento que consolida o planejamento do setor de drenagem urbana e manejo de águas pluviais no município, conduzindo as medidas que serão efetivadas pela Prefeitura Municipal, objetivando diminuir os prejuízos causados por inundações urbanas. Este plano será integrado aos demais planos setoriais componentes do Plano Municipal de Saneamento Básico, e tem interface importante com o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, quanto ao uso do solo e regramento de ocupação em áreas de risco de inundação.

O Relatório Técnico Parcial V, referente ao Produto 6, abrange a estruturação do plano de ações estruturais e não estruturais, bem como as diretrizes gerais e específicas de intervenções, para o sistema de macrodrenagem de Petrolina/PE, a partir da consolidação dos estudos desenvolvidos nas etapas anteriores.

A proposta de ações prioritárias compreende a proposição de alternativas de soluções para a simulação escolhida, concepção básica das medidas estruturais, recomendações e definição de medidas não estruturais, hierarquização das medidas propostas e seu plano de implantação (etapas de execução).

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Modelagem de cenário futuro e análise de desempenho das ações propostas.....	5
Figura 2. Áreas de expansão urbana definidas no Plano Diretor de Petrolina.....	5
Figura 3. Lagoa já existente na área urbana de Petrolina (Lagoa Dom Avelar).....	12
Figura 4. Leitões (calhas) de um rio.....	13
Figura 5. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de riachos. ....	14
Figura 6. Passagens configuradas como pontos de estrangulamento. ....	15
Figura 7. Exemplos de riachos com calha alargada de forma naturalizada.....	16
Figura 8. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de canais.....	16
Figura 9. Alagamento na Av. Mar da Tasmânia por insuficiência de microdrenagem.....	17
Figura 10. Parâmetros para a definição de APP's em rios, riachos e lagoas. ....	18
Figura 11. Exemplos de parques urbanos implantados em APP's. ....	19
Figura 12. Delimitação de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações.....	20
Figura 13. Pontos críticos na Bacia 02.....	22
Figura 14. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 02 .....	25
Figura 15. Redução de área inundável a partir da revitalização do Riacho das Porteiras. ...	28
Figura 16. Revitalização de riachos em duas calhas .....	29
Figura 17. Barramentos existentes na Bacia 03.....	29
Figura 17. Medidas propostas relacionadas ao Canal João de Deus.....	30
Figura 18. Medidas propostas para o Canal do Vale do Grande Rio.....	31
Figura 19. Medidas propostas relacionadas Canal Dom Malan. ....	32
Figura 20. Principais medidas propostas para a Bacia 03.....	33
Figura 21. Trecho final a ser implementado no canal do Alto Cheiroso.....	37
Figura 22. Trecho crítico no Canal do São José .....	38
Figura 23. Sistema de lagoas do Jatobá.....	39
Figura 24. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 04 .....	40
Figura 25. Revitalização da Lagoa São Joaquim e Canal da Av. Redenção .....	42
Figura 26. Ações recomendadas para o trecho crítico no talvegue principal da bacia 05.....	43
Figura 27. Ações recomendadas para o trecho final de jusante da bacia 05.....	45
Figura 28. Revitalização de calha de canal e de galerias subterrâneas, e implantação de lagoa no Bairro Henrique Leite .....	46
Figura 29. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 05 .....	47
Figura 30. Trecho crítico no Riacho Pau Ferro com concentração de edificações irregulares sobre o talvegue natural .....	50
Figura 31. Revitalização das Lagoas Topázio e integração com o Riacho Pau Ferro. ....	51
Figura 32. Implantação da Lagoa Dom Avelar e integração com o Riacho Pau Ferro.....	52

Figura 33. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 06 .....	53
Figura 34 - Reservatórios de retenção de resíduos sólidos.....	58
Figura 35 - Filmagem de trecho de canal fechado. ....	59
Figura 36 - Sensores de nível de alagamentos em logradouros. ....	60
Figura 37 - Processo de retenção com eco barreiras.....	60
Figura 38. Custo e Índice de Custo das ações por bacia. ....	61
Figura 39. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02. ....	62
Figura 40. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03. ....	63
Figura 41. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04. ....	64
Figura 42. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05 .....	65
Figura 43. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06. ....	66
Figura 44. Quantidade de edificações em situação de risco. ....	68
Figura 45. Quantidade de edificações em situação de risco por bacia e faixa de risco. ....	68
Figura 46. Índice de benefício direto das ações por Bacia.....	69
Figura 47. Edificações em situação de risco. ....	70
Figura 48. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02. ....	71
Figura 49. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 02.....	72
Figura 50. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03. ....	73
Figura 51. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 03.....	74
Figura 52. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04. ....	75
Figura 53. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 04.....	76
Figura 54. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05. ....	77
Figura 55. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 05.....	78
Figura 56. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06. ....	79
Figura 57. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 06.....	80
Figura 58. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.....	82
Figura 59. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.....	83
Figura 60. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.....	84
Figura 61. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.....	85
Figura 62. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.....	86
Figura 63. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.....	87

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Classificação do grau de risco hidrológico das edificações .....	9
Tabela 2. Medidas Propostas para a Bacia 02.....	26
Tabela 3. Localização dos barramentos existentes na Bacia 03.....	30
Tabela 4. Medidas propostas para a Bacia 03.....	34
Tabela 5. Medidas Propostas para a Bacia 04.....	41
Tabela 6. Medidas Propostas para a Bacia 05.....	48
Tabela 7. Medidas Propostas para a Bacia 06.....	54
Tabela 8. Medidas Propostas para os Núcleos Urbanos.....	57
Tabela 9. Custo e Índice de Custo das ações por bacia. ....	61
Tabela 10. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.....	62
Tabela 11. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.....	63
Tabela 12. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04.....	64
Tabela 13. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05.....	65
Tabela 14. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.....	66
Tabela 15. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Custo das ações. ....	67
Tabela 16. Índice de benefício direto das ações por Bacia. ....	69
Tabela 17. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.....	71
Tabela 18. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.....	73
Tabela 19. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.....	75
Tabela 20. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.....	77
Tabela 21. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.....	79
Tabela 22. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Benefício das ações. .....	81
Tabela 23. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.....	82
Tabela 24. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.....	83
Tabela 25. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.....	84
Tabela 26. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.....	85
Tabela 27. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.....	86
Tabela 28. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.....	87
Tabela 29. Ordem de prioridade dos trechos.....	88
Tabela 30. Custo e potencial de redução de riscos das ações por horizonte.....	90
Tabela 31. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 1.....	90
Tabela 32. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 2.....	90
Tabela 33. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 3.....	91
Tabela 34. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 4.....	91

Tabela 35. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 5.....	91
Tabela 36. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 6.....	92
Tabela 37. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 7.....	92
Tabela 38. Horizonte temporal de implementação de outras ações propostas. ....	92

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Princípios gerais e norteadores do Plano de Macrodrenagem de Petrolina.....	2
Quadro 2. Diretrizes gerais e norteadores do Plano de Macrodrenagem de Petrolina .....	3

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>1</b>
<b>2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>2</b>
2.1 CONCEPÇÃO DE AÇÕES.....	2
2.2 MODELAGEM DE CENÁRIOS FUTUROS E DEFINIÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS.....	4
2.3 CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DAS MEDIDAS PROPOSTAS .....	6
2.4 CONSOLIDAÇÃO DO PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES .....	11
<b>3. DIRETRIZES DE AÇÕES DEFINIDAS PARA O PLANO .....</b>	<b>12</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO GERAL DAS MEDIDAS PROPOSTAS .....	12
3.2 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 01.....	21
3.3 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 02.....	22
3.4 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 03.....	27
3.5 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 04.....	37
3.6 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 05.....	42
3.7 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 06.....	50
3.8 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 07.....	56
3.9 MEDIDAS PROPOSTAS - NÚCLEOS URBANOS ISOLADOS .....	57
3.10 OUTRAS MEDIDAS PROPOSTAS.....	58
<b>4. HIERARQUIA DAS AÇÕES PROPOSTAS.....</b>	<b>61</b>
4.1 PRIORIDADE DAS AÇÕES PROPOSTAS EM RELAÇÃO AO CUSTO.....	61
4.2 PRIORIDADE DAS AÇÕES PROPOSTAS EM RELAÇÃO AO BENEFÍCIO..	68
4.3 HIERARQUIA DE PRIORIDADE DAS AÇÕES.....	82
<b>PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES .....</b>	<b>89</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>94</b>

## 1. INTRODUÇÃO

Com o presente produto, o Relatório Técnico Parcial V, pretende-se propor ações prioritárias a serem aplicadas no sistema de macrodrenagem do município de Petrolina/PE. A partir do diagnóstico da situação atual de cada macrodreno e das características de ocupação urbana das bacias do município, serão propostas alternativas de soluções para as simulações escolhidas, hierarquizando as medidas estruturais e não estruturais propostas, aliado ao plano de implantação das medidas, indicando suas etapas de execução.

Este é o quinto relatório de cunho executivo, objetivando a elaboração do Plano e Projetos de Macrodrenagem do Município de Petrolina/PE. Este produto compreende as propostas de ações estruturais e não estruturais, com suas diretrizes de intervenção gerais para as bacias, e específicas para os trechos críticos, que deverão ser acompanhadas de seus respectivos custos, abrangendo o que se indica abaixo:

- Intervenções que impliquem no aumento da capacidade de escoamento da calha: diques marginais ou anulares nos pontos baixos; melhoria das calhas com o aumento da seção transversal, retificações e/ou remoção de obstruções; canalizações com revestimento total ou parcial da calha;
- Controle do escoamento superficial direto: reservatórios de retenção das águas do escoamento superficial direto, podendo ser estruturas locais (*on site*), como armazenamento em micro reservatórios, pequenos reservatórios de retenção em parques e leitos secos, ou estruturas fora do local de origem do escoamento (*off site*) abrangendo áreas de drenagens maiores que as anteriores, como reservatórios em leitos secos ou em cursos d'água, reservatórios que podem ser em linha, laterais ou subterrâneos;
- Intervenções extensivas nas bacias, compreendendo a recuperação da cobertura vegetal, onde possível, assim como medidas de controle de erosão.

O relatório está organizado de modo que inicialmente são apresentados os procedimentos metodológicos adotados para o desenvolvimento do trabalho, que consistem basicamente em concepção de ações e modelagem de cenários futuros, e por sua vez, a identificação das medidas a serem propostas no Plano de Macrodrenagem de Petrolina, com a sua respectiva prioridade de implementação. Em seguida são apresentados os resultados obtidos, em que são elencadas as ações selecionadas, incluindo a sua caracterização e priorização no Plano de Implementação das Ações.

## 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

### 2.1 CONCEPÇÃO DE AÇÕES

Para a concepção de ações, objetivo deste produto, 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 neste momento de forma detalhada, buscando identificar principais causas dos problemas existentes e diferentes alternativas de propostas para a mitigação dos riscos já incidentes. Em seguida, as análises e proposição de ações foram realizadas para pontos críticos secundários identificados no diagnóstico, os quais consistem em problemas isolados e de pequeno alcance em comparação com os principais trechos críticos. Por fim, buscou-se também a proposição de ações na perspectiva preventiva, em que foram formuladas proposições para áreas de expansão da cidade que ainda não são ocupadas pela malha urbana.

Por sua vez, os princípios e diretrizes gerais estabelecidas no Produto 05 foram adotadas como ponto de partida na concepção e proposição de ações, uma vez que estas se configuram como os elementos norteadores do Plano de Macrodrenagem do Município de Petrolina, sendo estes apresentados nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1. Princípios gerais e norteadores do Plano de Macrodrenagem de Petrolina

<b>Princípios Gerais</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Planejamento da bacia hidrográfica realizado como um todo, para controle de volumes escoados;</li><li>• Proteção e preservação dos corpos hídricos do município, de forma a garantir a manutenção sustentável dos recursos hídricos;</li><li>• Soluções de engenharia fundamentadas na valorização da paisagem, na restauração do ambiente natural e/ou na requalificação do ambiente construído;</li><li>• Soluções que permitam o uso das margens dos corpos hídricos pela população, evitando invasões e construções na área de inundação;</li><li>• Soluções economicamente viáveis que apresentem relação custo/benefício adequada à realidade financeira do município;</li><li>• Participação da população no processo de planejamento.</li></ul>

Quadro 2. Diretrizes gerais e norteadores do Plano de Macrodrenagem de Petrolina

<b>Diretrizes Gerais</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• As medidas de controle e prevenção devem ser adotadas primeiro a montante e depois a jusante;</li><li>• As medidas de controle e prevenção não podem resultar em transferências de impactos à jusante;</li><li>• Os picos de vazão, nas condições naturais do terreno, não podem ser aumentados pela implementação de novos empreendimentos;</li><li>• O controle dos impactos sobre o sistema de drenagem provocados por novos empreendimentos, através do controle do escoamento superficial no lote;</li><li>• As soluções do sistema de drenagem, assim como as de esgotamento sanitário, devem estar compatibilizadas, para que não haja convergências entre os sistemas;</li><li>• As medidas propostas devem prever a facilidade e economia da manutenção futura;</li><li>• A execução de serviços de limpeza e manutenção no sistema de macrodrenagem deve ser realizada de forma periódica, sendo executada de jusante a montante;</li><li>• A prioridade de utilização de medidas não estruturais, por terem custo mais baixo, combinando-as com medidas estruturais, quando necessário;</li><li>• Integrar a infraestrutura de microdrenagem com o sistema de macrodrenagem do município.</li></ul>

Dessa forma, adotando-se tais princípios e diretrizes, foram estabelecidas possíveis alternativas para a mitigação dos problemas identificados em cada ponto crítico. A definição de diferentes alternativas de ações foi realizada buscando explorar e analisar um conjunto de medidas possíveis de serem aplicadas, e não apenas uma única solução. Todas as ações concebidas foram apresentadas, analisadas e discutidas com a equipe técnica da Secretaria de Infraestrutura e Mobilidade de Petrolina (SEINFRA), a partir de reuniões realizadas durante todo o período de desenvolvimento deste produto, de modo que fossem estabelecidas apenas soluções que estivessem compatíveis e alinhadas com a Gestão Municipal. Por fim, uma vez elencadas as possíveis alternativas de ações para os pontos críticos, foi realizada a modelagem de cenários futuros 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. Dessa forma, com base nos resultados da modelagem, foram definidas as ações a serem propostas no Plano de Macrodrenagem, conforme procedimentos metodológicos apresentados na seção a seguir.

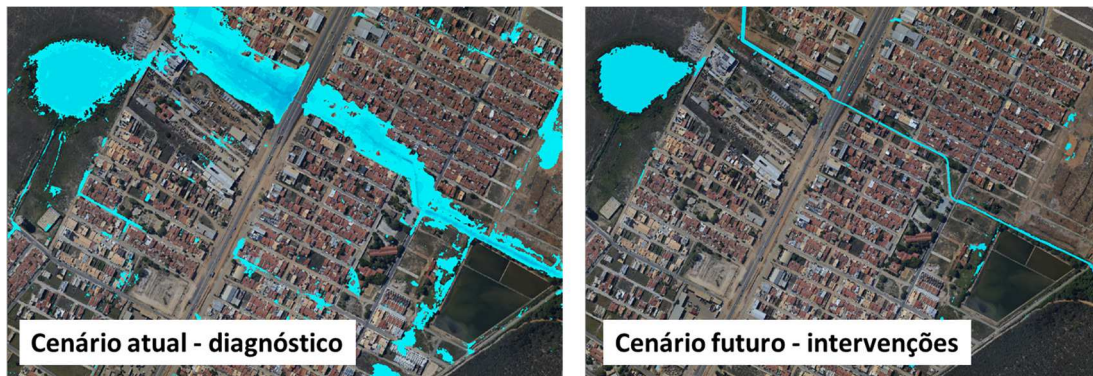
## 2.2 MODELAGEM DE CENÁRIOS FUTUROS E DEFINIÇÃO DAS AÇÕES PROPOSTAS

A modelagem de cenários futuros foi realizada para a definição de diretrizes específicas (ações estruturais e não-estruturais) recomendadas para cada uma das bacias, buscando avaliar as diretrizes mais adequadas do ponto de vista técnico, econômico, social e ambiental. Para isso, foram analisadas diferentes alternativas para mitigar problemas de drenagem identificados no diagnóstico do Plano, consistindo assim nos cenários de intervenções explorados nesta etapa do trabalho. Foi adotado o tempo de recorrência de 25 anos para a modelagem dos cenários, assim como para a concepção das ações e o seu respectivo dimensionamento (no caso de ações estruturais).

A definição de cenários pode ser exemplificada a partir da seguinte situação hipotética: Em um determinado curso hídrico, a mitigação dos riscos ocasionados pelo seu transbordamento pode ser realizada adotando-se a implantação apenas de dispositivos de amortecimento de vazões (cenário 01); ampliando-se apenas a capacidade de vazão do curso hídrico a partir de intervenções em seu leito, como o aumento da seção transversal e/ou da sua declividade (cenário 02); adotando-se apenas a implementação de medidas não estruturais, como a definição de áreas “*Non Aedificandi*” em toda a margem suscetível à ocorrência de inundações, sem que seja necessário executar obras hidráulicas mas podendo acarretar em desapropriações e desocupação de imóveis já existentes na área (cenário 03); e também, a mitigação dos riscos nesta área pode ser efetuada implementando-se diferentes intervenções em conjunto, considerando as ações mencionadas nos cenários anteriores (cenário 04). Dessa forma, buscou-se explorar diferentes alternativas para um mesmo problema, possibilitando a definição das ações mais adequadas para o Plano de Macrodrenagem, em relação a sua viabilidade técnica, financeira, social e ambiental.

Cada um dos cenários propostos foi avaliado a partir de modelagem hidrodinâmica (*software* HEC-RAS), sendo verificado o desempenho das alternativas concebidas na mitigação dos problemas de drenagem (Figura 1), os aspectos relacionados à sua viabilidade técnica e custos financeiros, sociais e ambientais. Cada um dos cenários foi apresentado e discutido em reuniões realizadas com a equipe técnica da SEINFRA no intuito de definir o cenário adotado, compondo assim a lista de ações propostas no Plano de Macrodrenagem.

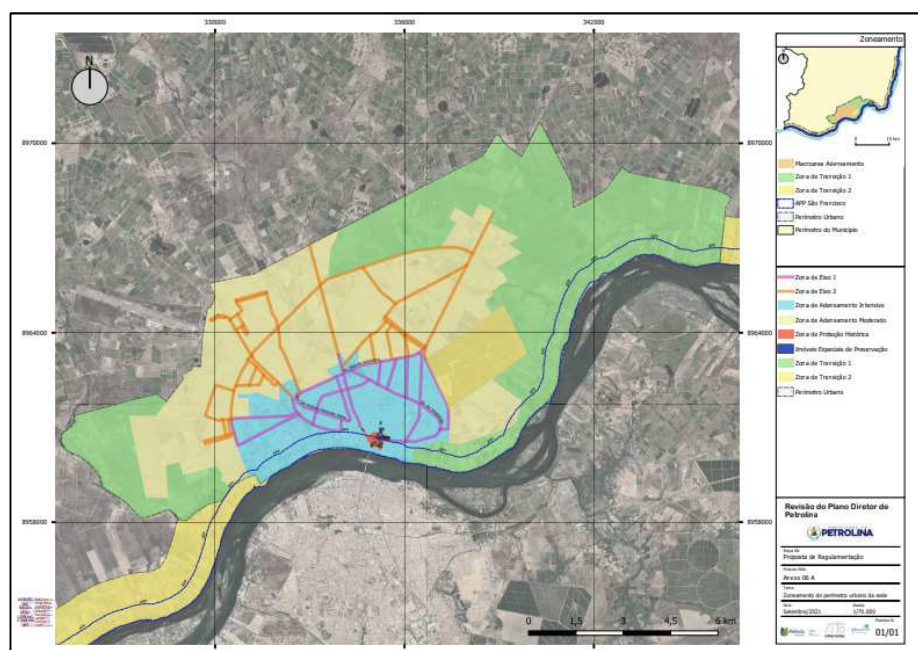
Figura 1. Modelagem de cenário futuro e análise de desempenho das ações propostas



Fonte: PDCA (2025).

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% (Figura 2). Dessa forma, buscou-se 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.

Figura 2. Áreas de expansão urbana definidas no Plano Diretor de Petrolina



Fonte: PDCA (2025).

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. Como resultados desta etapa é apresentada a descrição do cenário futuro proposto pelo plano para cada uma das bacias, incluindo os aspectos considerados para a sua definição e as diretrizes propostas.

### **2.3 CLASSIFICAÇÃO DE PRIORIDADE DAS MEDIDAS 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, possibilitando assim a hierarquização de prioridade das medidas propostas.

Para o cálculo do custo foram considerados alguns projetos realizados para o município, assim como planilhas de órgãos públicos como referência. Portanto todas as diretrizes foram transformadas em serviços, obtendo como resultado uma planilha geral contendo itens de serviços que por fim determina o custo parametrizado para a bacia.

Sendo assim apresenta-se a seguir a planilha geral com os itens de serviços considerados:

PETROLINA PREFEITURA		SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE		pdca engenharia		
ORÇAMENTO PARAMETRIZADOS DAS DIRETRIZES DE PROJETO PARA O PLANO DE MACRODRENAGEM						
LOCALIZAÇÃO: ÁREA URBANA DE PETROLINA						
					BDI:	SERVIÇOS:
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND	QUANT.	CUSTO SEM BDI (R\$)	PREÇO TOTAL SEM BDI (R\$)	PREÇO TOTAL COM BDI (R\$)
<b>1.0</b>	<b>Administração Local da Obra</b>					
1.1	Administração local da obra	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>2.0</b>	<b>Canteiros de Obras</b>					
2.1	Serviços para implantação do canteiro de obras	Vb				
2.2	Mobilização/Desmobilização de obra	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>3.0</b>	<b>Delimitar Área de Proteção Permanente (APP) - RIACHOS E LAGOAS</b>					
3.1	Implantação de marco de concreto em aço galvanizado e base de concreto	m <sup>3</sup>				
3.2	Placa de advertência em aço, lado de 0,60 m - película retrorrefletiva tipo I + SI - fornecimento e implantação	m <sup>2</sup>				
3.3	Plantio de muda de árvore ornamental com altura até 1,00 m em cova de 0,60 x 0,60 x 0,60 m	und				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>4.0</b>	<b>Delimitar Área Non Aedificandi (ANAED) - LAGOAS, CANAIS E RIACHOS</b>					
	<b>LAGOAS</b>					
4.1	Meio fio / sarjeta de concreto usinado, moldada in loco em trecho reto ou curvo	m				
4.2	Pintura de meio-fio com tinta branca base de cal	m				
4.3	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 6 cm	m <sup>2</sup>				
	<b>CANAIS</b>					
4.6	Execução de pavimento com aplicação de concreto asfáltico, inclusive base, sub-base, sarjeta e meio-fio	m <sup>2</sup>				
4.7	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 6 cm, armado. af_08/2022	m <sup>2</sup>				
	<b>RIACHOS</b>					
4.11	Execução de pavimento com aplicação de concreto asfáltico, inclusive base, sub-base, sarjeta e meio-fio	m <sup>2</sup>				
4.12	Execução de passeio (calçada) ou piso de concreto com concreto moldado in loco, usinado, acabamento convencional, espessura 6 cm, armado. af_08/2022	m <sup>2</sup>				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>5.0</b>	<b>Desapropriar ou Desocupar áreas em APP e ANAED</b>					
	Imóveis	und				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>6.0</b>	<b>Revitalizar - RIACHOS E LAGOAS</b>					
6.1	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 3,00m	m <sup>3</sup>				
6.2	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 5,00m	m <sup>3</sup>				
6.3	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 10,00m	m <sup>3</sup>				
6.4	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 15,00m	m <sup>3</sup>				
6.5	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 20,00m	m <sup>3</sup>				
6.6	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 25,00m	m <sup>3</sup>				
6.7	Revitalização da Lagoas (escavação, vertimento, estrutura de entrada e saídas, galerias, transporte, estrutural)	Vb				
6.8	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>				
6.9	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural de 12 m <sup>3</sup>	m <sup>3</sup>				
6.10	Enrocamento de pedra arrumada manualmente - pedra de mão comercial - fornecimento e assentamento	m <sup>3</sup>				
6.11	Remoção de tubos de concreto com diâmetro de 0,40 m a 1,00 m em valas e bueiros	m				
6.12	Transporte com caminhão basculante de 18 m <sup>3</sup> , em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: m3xkm). Af_07/2020	m <sup>3</sup>				
6.13	Outros serviços	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>7.0</b>	<b>Implantar Canais</b>					
7.1	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 3,00m	m <sup>3</sup>				
7.2	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 4,00m	m <sup>3</sup>				
7.3	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 5,00m	m <sup>3</sup>				
7.4	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 10,00m	m <sup>3</sup>				
7.5	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 15,00m	m <sup>3</sup>				
7.6	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 20,00m	m <sup>3</sup>				
7.7	Escavação mecanizada de vala com prof. Até 1,5 m, com base maior de 25,00m	m <sup>3</sup>				
7.8	Reaterro e compactação com soquete vibratório	m <sup>3</sup>				
7.9	Escoramento contínuo de valas com tábuas de 2,5 x 30 cm e longarinas de 6 x 16 cm - estrocnas a cada metro não incluídas - profundidade de até 4 m - madeira com utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m <sup>2</sup>				
7.10	Preparo de fundo de vala com largura menor que 1,5m (acerto do solo natural)	m <sup>2</sup>				
7.11	Transporte com caminhão basculante de 18 m <sup>3</sup> , em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: m3xkm). Af_07/2020	m <sup>3</sup>				
7.12	Concreto ciclópico fck = 15mpa, 30% pedra de mão em volume real, inclusive lançamento. AF_05/2021	m <sup>3</sup>				
7.13	Outros serviços	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>8.0</b>	<b>Implantar galerias ou travessias</b>					
8.1	Corpo de BSCC - seção canal de 2,0 x 1,5 m - pré-moldado - areia e brita comerciais	m				
8.2	BOCA de BSCC - seção canal de 2,0 x 1,5 m	un				
8.3	Boca de BTCC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.4	Corpo de BTCC 1,50 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.5	Boca de BQCC 2,00 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.6	Corpo de BQCC 2,00 x 1,50 m - pré-moldado - areia e brita comercial	m				
8.7	Boca de BNCC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.8	Corpo de BNCC 1,50 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				

PETROLINA PREFEITURA		SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE		pdca engenharia		
ORÇAMENTO PARAMETRIZADOS DAS DIRETRIZES DE PROJETO PARA O PLANO DE MACRODRENAGEM					BDI:	SERVIÇOS:
LOCALIZAÇÃO: ÁREA URBANA DE PETROLINA						
ITEM	DISCRIMINAÇÃO	UND	QUANT.	CUSTO SEM BDI (R\$)	PREÇO TOTAL SEM BDI (R\$)	PREÇO TOTAL COM BDI (R\$)
8.9	Boca de BQCC (Quintuplo) de 2,00 x 1,50m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.10	Corpo de BQCC (Quintuplo) de 2,00 x 1,50m - - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.11	Boca de BTCC D = 1,00 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais - alas retas	un				
8.12	Corpo de BTCC D = 1,00 m PA1 - areia, brita e pedra de mão comerciais	m				
8.13	Corpo de BTCC 1,00 x 1,00 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.14	Boca de BTCC 1,00 x 1,00 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	und				
8.15	Boca de BTCC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.16	Corpo de BTCC 1,50 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.17	Boca de BDCC 3,00 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.18	Corpo de BDCC 3,00 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.19	Boca de BDCC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.20	Corpo de BDCC 1,50 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.21	Boca de BSQC 1,50 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.22	Corpo de BSQC 1,50 x 1,50 m - moldado no local - altura do aterro 0,00 a 1,00 m - areia e brita comerciais	m				
8.23	Boca de BDCC 2,00 x 1,50 m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.24	Corpo de BDCC 2,00 x 1,50 m - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.25	Boca de BSQC (SEXTUPLA) de 2,00 x 1,60m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.26	Corpo de BSQC (SEXTUPLA) de 2,00 x 1,60m - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.27	Boca de BQCC (quintuplo) de 2,50 x 1,50m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.28	Corpo de BQCC (quintuplo) de 2,50 x 1,50m - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.29	Boca de BQCC (quintuplo) de 3,00 x 1,50m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.30	Corpo de BQCC (quintuplo) de 3,00 x 1,50m - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.31	Boca de BQCC (quintuplo) de 3,00 x 2,00m - esconsidade 0° - areia e brita comerciais	un				
8.32	Corpo de BQCC (quintuplo) de 3,00 x 2,00m - pré-moldado - arreira e brita comercial	m				
8.33	Poço de visita e chaminés - areia e brita comerciais	und				
8.34	Escavação, carga e transporte de material de 1ª categoria na distância de 3.000 m - caminho de serviço em leito natural - com escavadeira e caminhão basculante de 14 m³	m³				
8.35	Escavação, carga e transporte de material de 3ª categoria - DMT de 2.500 a 3.000 m - caminho de serviço em leito natural de 12 m³	m³				
8.36	Escoramento contínuo de valas com tábuas de 2,5 x 30 cm e longarinas de 6 x 16 cm - estrocas a cada metro não incluídas - profundidade de até 4 m - madeira com utilização de 3 vezes - confecção, instalação e retirada	m²				
8.37	Transporte com caminhão basculante de 18 m³, em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: m3xkm). Af. 07/2020	m³				
8.38	Outros serviços	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>9.0</b>	<b>Manutenção de Canais Revestidos</b>					
9.1	Limpeza de canais com escavadeira hidráulica, compreendendo remoção e carga de solos moles, materia orgânica ou entulhos	m3				
9.2	Transporte com caminhão basculante de 18 m³, em via urbana pavimentada, dmt até 30 km (unidade: m3xkm). Af. 07/2020 - Entulho					
9.3	Outros serviços	Vb				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
<b>10.0</b>	<b>Outros serviços</b>					
10.1	Elaboração de Estudos e Projetos de Infraestrutura (incluindo micro e macrodrenagem)	km				
10.2	Elaboração de Projetos elétricos para Vertimento com Bombas	m²				
				<b>Total</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>
				<b>TOTAL GERAL</b>	<b>0,00</b>	<b>0,00</b>

Por sua vez, o cálculo do benefício de cada trecho foi realizado a partir da identificação do número de edificações existentes atualmente em situação de risco hidrológico, e as quais serão beneficiadas com a implementação das medidas propostas no trecho. Sendo assim, o benefício das ações foi considerado como o seu potencial de reduzir o número de edificações atualmente expostas à riscos hidrológicos. Para isso, foi utilizada a base de dados georreferenciados referente à lotes e edificações existentes na área urbana de Petrolina, disponibilizada pela SEINFRA, e as áreas suscetíveis à ocorrência de inundações obtidas por modelagem hidrodinâmica na etapa de diagnóstico do Plano de Macrodrenagem (Produto 04). Dessa forma, foi possível identificar o quantitativo de edificações atualmente em situação de risco hidrológico, considerando também o respectivo grau de risco de cada edificação, conforme apresentado na Tabela 1, cuja classificação das categorias de risco foi realizada a partir dos estudos realizados por Appelbaum (1985), Zonensein (2007), Cançado (2009), e Almeida e Euletério (2019).

Tabela 1. Classificação do grau de risco hidrológico das edificações

<b>Grau de Risco</b>	<b>Altura da lâmina d'água</b>	<b>Potenciais danos e prejuízos ocasionados</b>
Risco 01	Abaixo de 0,50m	A lâmina d'água se encontra poucos centímetros acima do meio, podendo ocasionar em alagamentos no interior de imóveis, mas com danos de menor magnitude.
Risco 02	Entre 0,50m e 0,70m	A lâmina d'água com 50cm inunda ruas, além de parques, calçadas, canteiros, quintais e estacionamentos. Pode interromper tráfego de veículos e principalmente de pessoas, podendo invadir casas mais simples, com soleiras próximas ao nível das calçadas.
Risco 03	Entre 0,70m e 1,0m	A 70cm, a água muito provavelmente já invadiu o interior de casas, causando danos a sua estrutura e conteúdo.
Risco 04	Entre 1,0m e 1,5m	A esta altura a água atinge praticamente todos os bens no interior das casas
Risco 05	Acima de 1,5m	Esta profundidade atinge não só bens, mas também é suficiente para causar afogamentos.

Fonte: Adaptado de Zonensein (2007)

A partir das faixas de risco estabelecidas, o Índice de Benefício das ações foi calculado considerando o número de edificações que serão beneficiadas pela realização das intervenções em cada trecho. Para isso, considerou-se também o grau de risco em que as edificações se situam atualmente, a partir da seguinte equação:

$$\text{Índice de Benefício} = (\text{Edificações em Risco 01} * 0,2) + (\text{Edificações em Risco 02} * 0,4) + (\text{Edificações em Risco 03} * 0,6) + (\text{Edificações em Risco 04} * 0,8) + (\text{Edificações em Risco 05} * 1,0)$$

Por fim, uma vez calculados o custo e o benefício das ações em cada trecho, o grau de prioridade foi obtido por meio de análise multicritério, a partir da soma ponderada do custo e do benefício calculados. O peso dos critérios foi obtido a partir da consulta, por formulário, de gestores, analistas e técnicos da SEINFRA, AM, SEDURBHS, SESP e Defesa Civil. O peso final dos critérios foi estabelecido em função da média aritmética obtida dos pesos fornecidos individualmente, chegando-se à seguinte equação:

$$\text{Prioridade do Trecho} = (\text{Custo de implementação} * 0,23) + (\text{Benefício obtido} * 0,77)$$

Assim, buscou-se hierarquizar as ações de modo que quanto menor o custo e maior benefício, maior é a sua prioridade de implementação, mas de forma ponderada, considerando que o benefício das ações deve ter um maior peso do que o custo no grau de prioridade. Dessa forma, foi possível estabelecer a hierarquia de prioridade de todas as ações propostas no plano, agrupadas em trecho, e possibilitando também identificar as bacias prioritárias para a implementação das medidas propostas

## 2.4 CONSOLIDAÇÃO DO PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

Por fim, 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.

### 3. DIRETRIZES DE AÇÕES DEFINIDAS PARA O PLANO

#### 3.1 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 das 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 3). 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 3. 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.

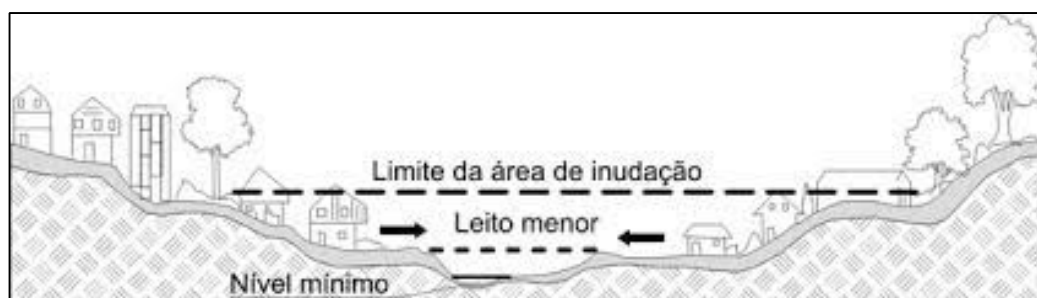
No entanto, as lagoas existentes na cidade funcionam atualmente de forma natural, sem que a sua capacidade e estrutura sejam adequadas para que exerçam efetivamente o seu potencial enquanto lagoa de amortecimento. Nas simulações realizadas, verificou-se que em sua maioria, ocorrem transbordamentos para 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 casos 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 4).

Figura 4. 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 (Figura 5). 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 5). 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 5. 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 6). 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 6. 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 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 7 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 7. Exemplos de riachos com calha alargada de forma naturalizada.



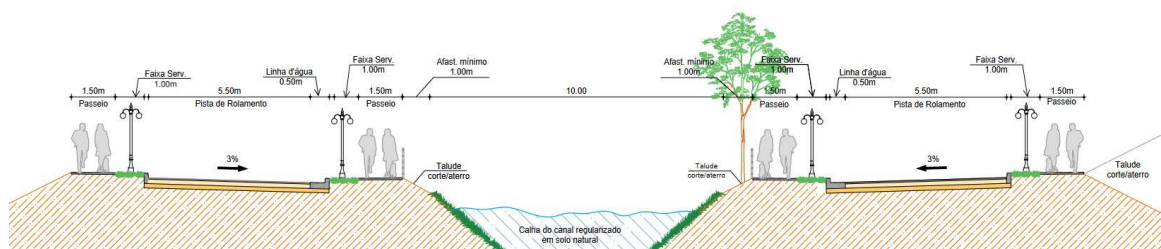
Fonte: Programa Cidades Sustentáveis (2022).

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 8). 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 8. Exemplo de seção tipo para a requalificação de calha de canais.



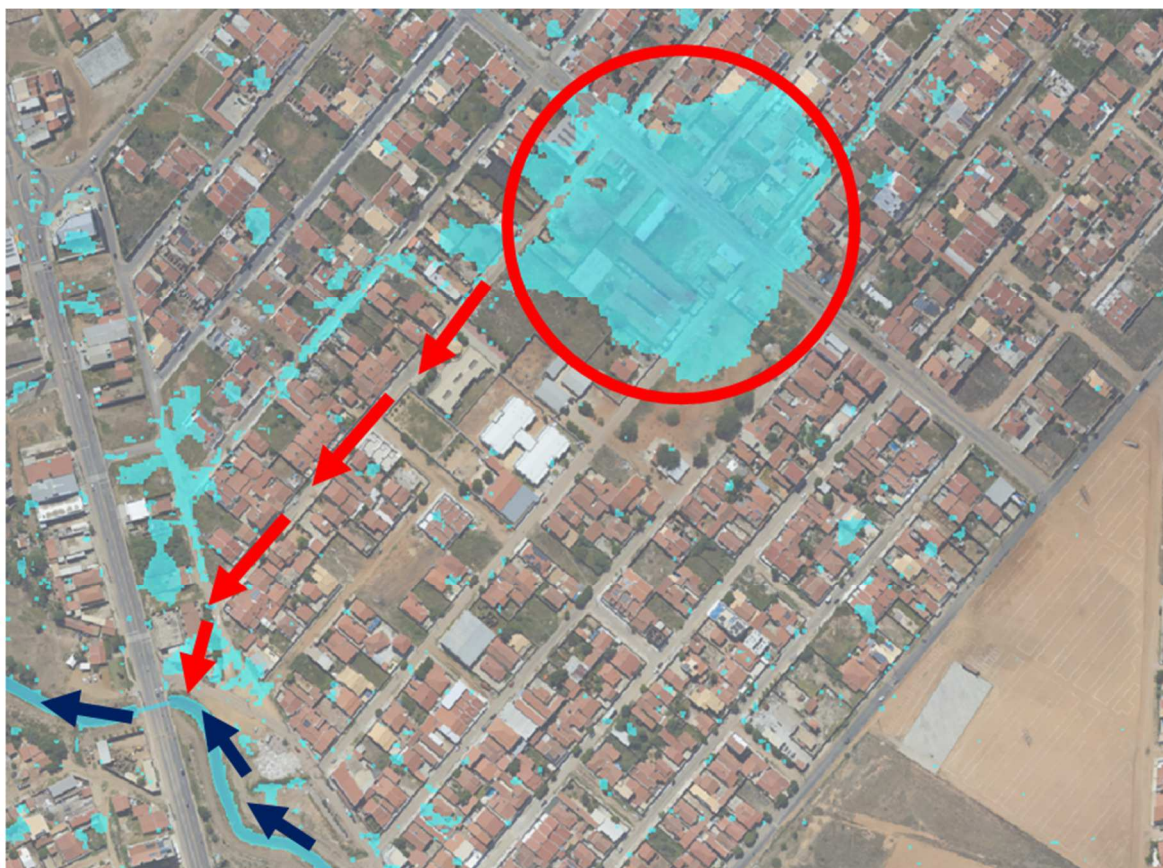
Fonte: PDCA (2025).

#### **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 hidráulicamente 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 9). 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 conseqüentemente 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 9. Alagamento na Av. Mar da Tasmânia por insuficiência de microdrenagem.



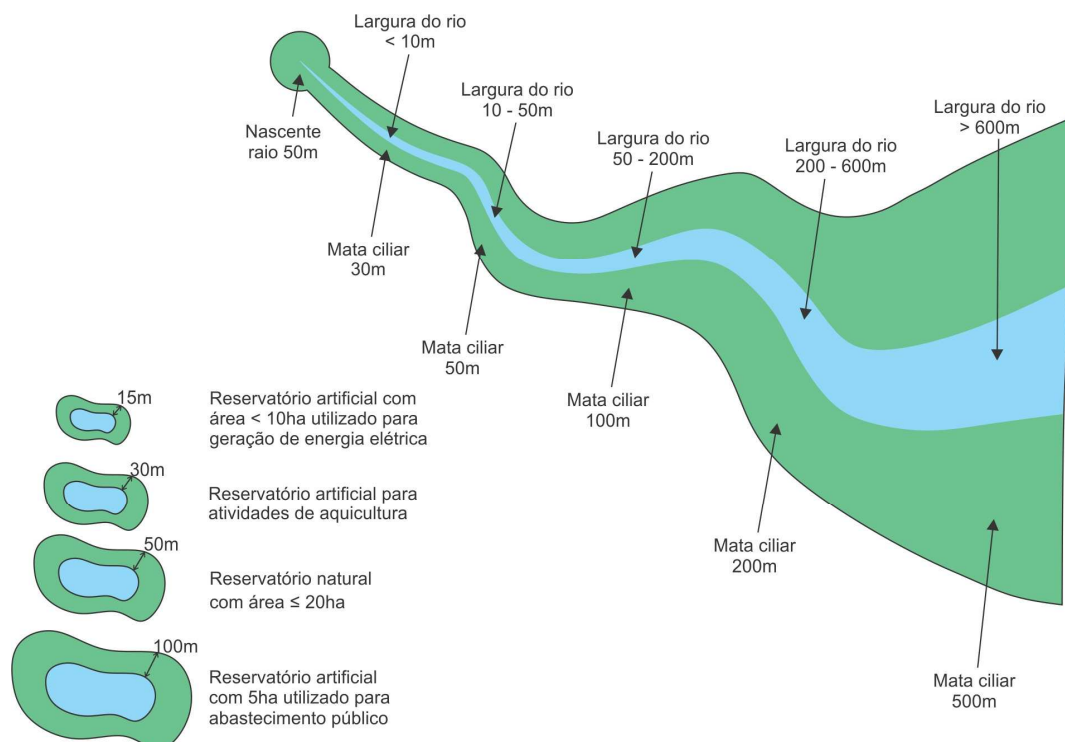
Fonte: PDCA (2025).

## 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 10. 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 10. 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 11). 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 11. Exemplos de parques urbanos implantados em APP's.



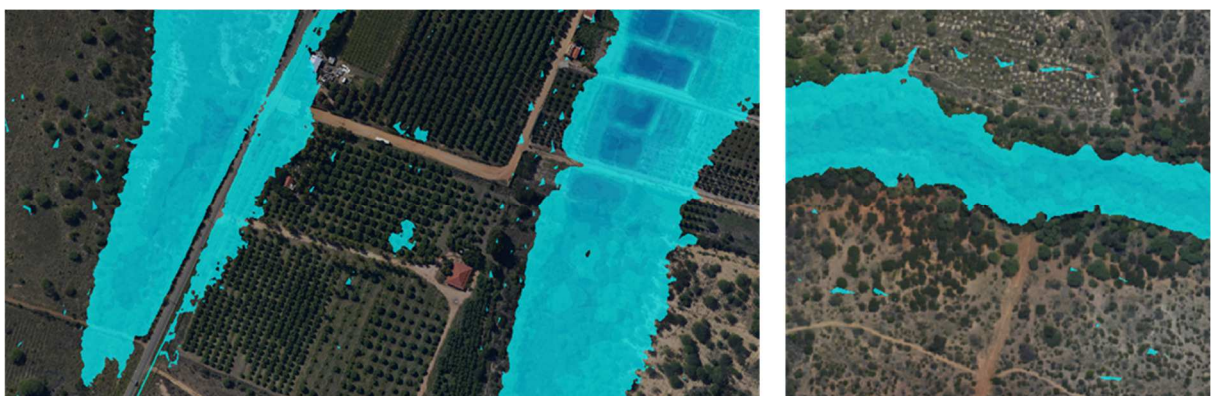
### **vi) Delimitação de Áreas “Non Aedificandi”**

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 12).

Figura 12. Delimitação de áreas suscetíveis à ocorrência de inundações.



Fonte: PDCA (2025).

### 3.2 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.

### 3.3 MEDIDAS PROPOSTAS - BACIA 02

Na Bacia 02 foram identificados três pontos críticos, que correspondem à ocorrência de alagamentos nos bairros Jardim Petrópolis (Figura 13 – Ponto 1) e Alto da Boa Vista (Figura 13 – 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 13 – Ponto 3).

Figura 13. Pontos críticos na Bacia 02



Fonte: PDCA (2025).

Em relação aos alagamentos existentes no bairro Jardim Petrópolis (Figura 13 – 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 14 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 13 – 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 14 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 14 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 14 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 14 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 14. Ações propostas para os trechos críticos da Baía 02



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 2. Medidas Propostas para a Bacia 02

Trecho	Medidas Propostas
<b>Trecho 01 - Lagoa Jardim Petrópolis até PE-655</b>	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 Oscar Brasileiro de Souza;
	Remover galeria existente e implantar BDCC de 1,5m X 1,5m da rua Oscar 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.	
<b>Trecho 02 - Canal da Av. Tapuio</b>	Realizar estudos de microdrenagem para o Canal da Av. do Tapuio.
<b>Trecho 03 - Zona Rural até o Rio São Francisco</b>	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.

### 3.4 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 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.

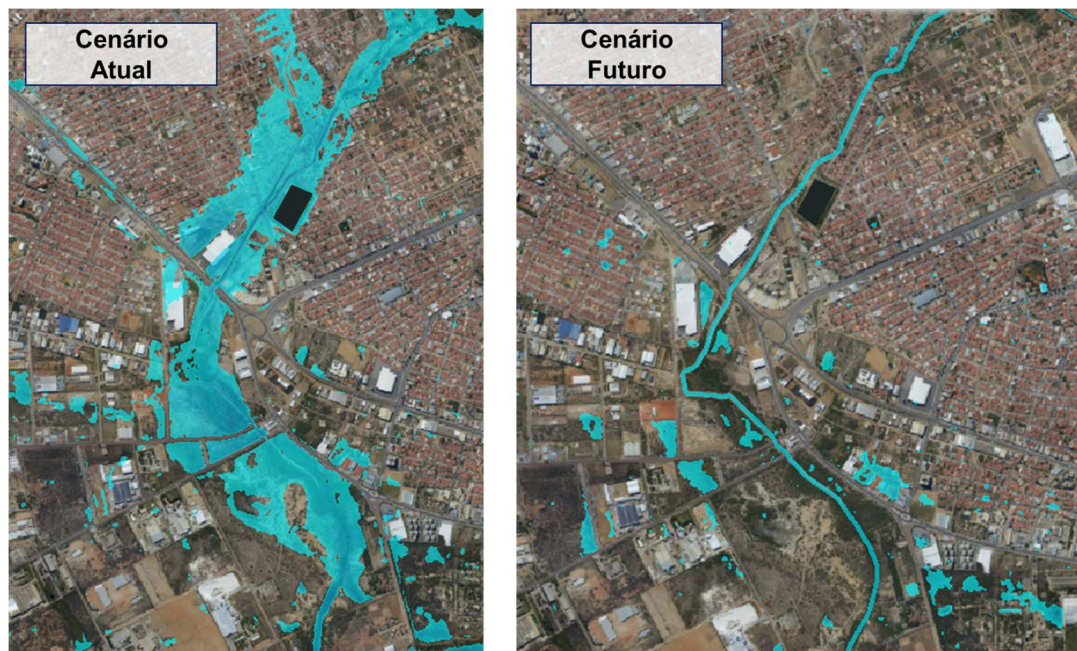
Em relação ao Riacho das Porteiras, que é o talvegue principal da bacia, o seu leito maior (área inundável) na área urbana é ocupado por edificações de forma consolidada, de modo que são identificados danos e prejuízos ocasionados por inundações nestas áreas. Neste contexto, na modelagem de cenários 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 15. 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

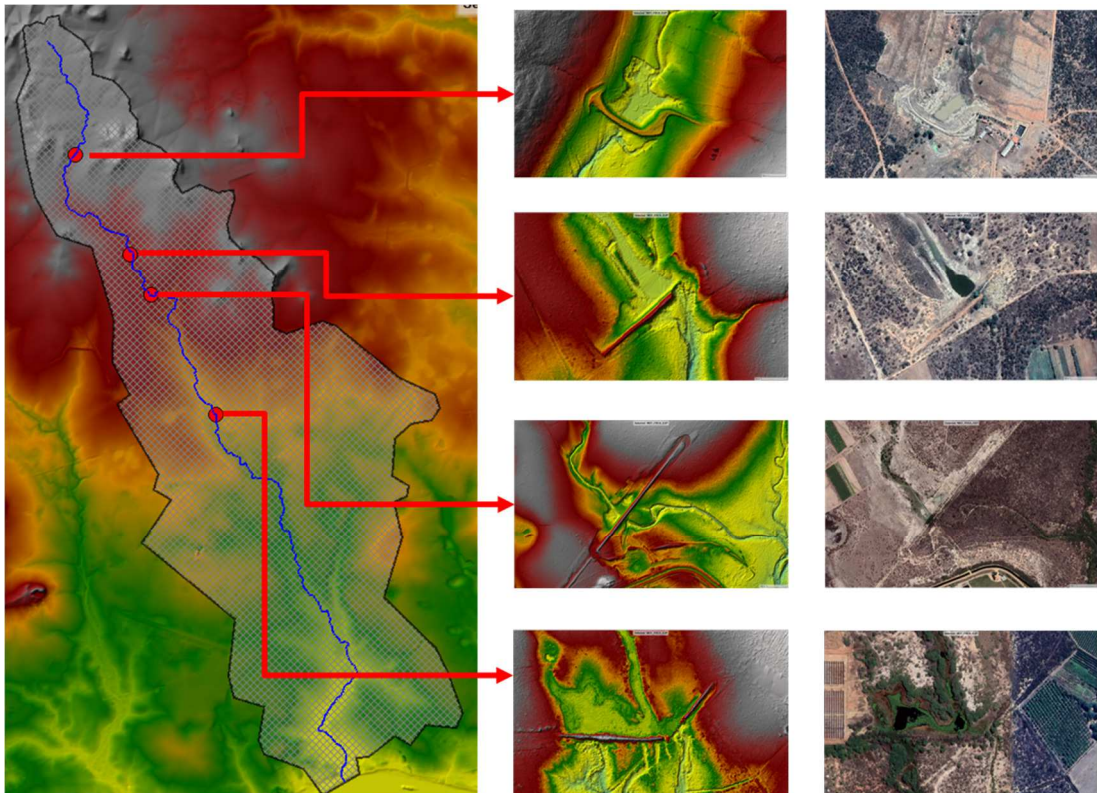
urbana, mas como também para a qualidade de vida da população no que diz respeito ao acesso à equipamentos urbanos de lazer públicos.

Figura 16. 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 17 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 17. Barramentos existentes na Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

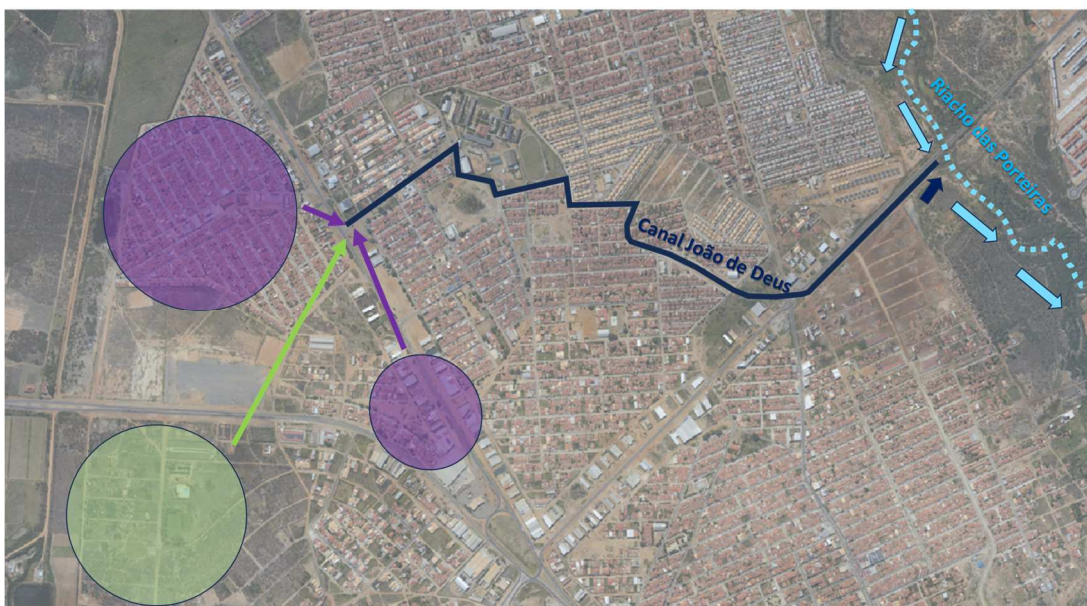
Tabela 3. Localização dos barramentos existentes na Bacia 03

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 18). 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 18). 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.

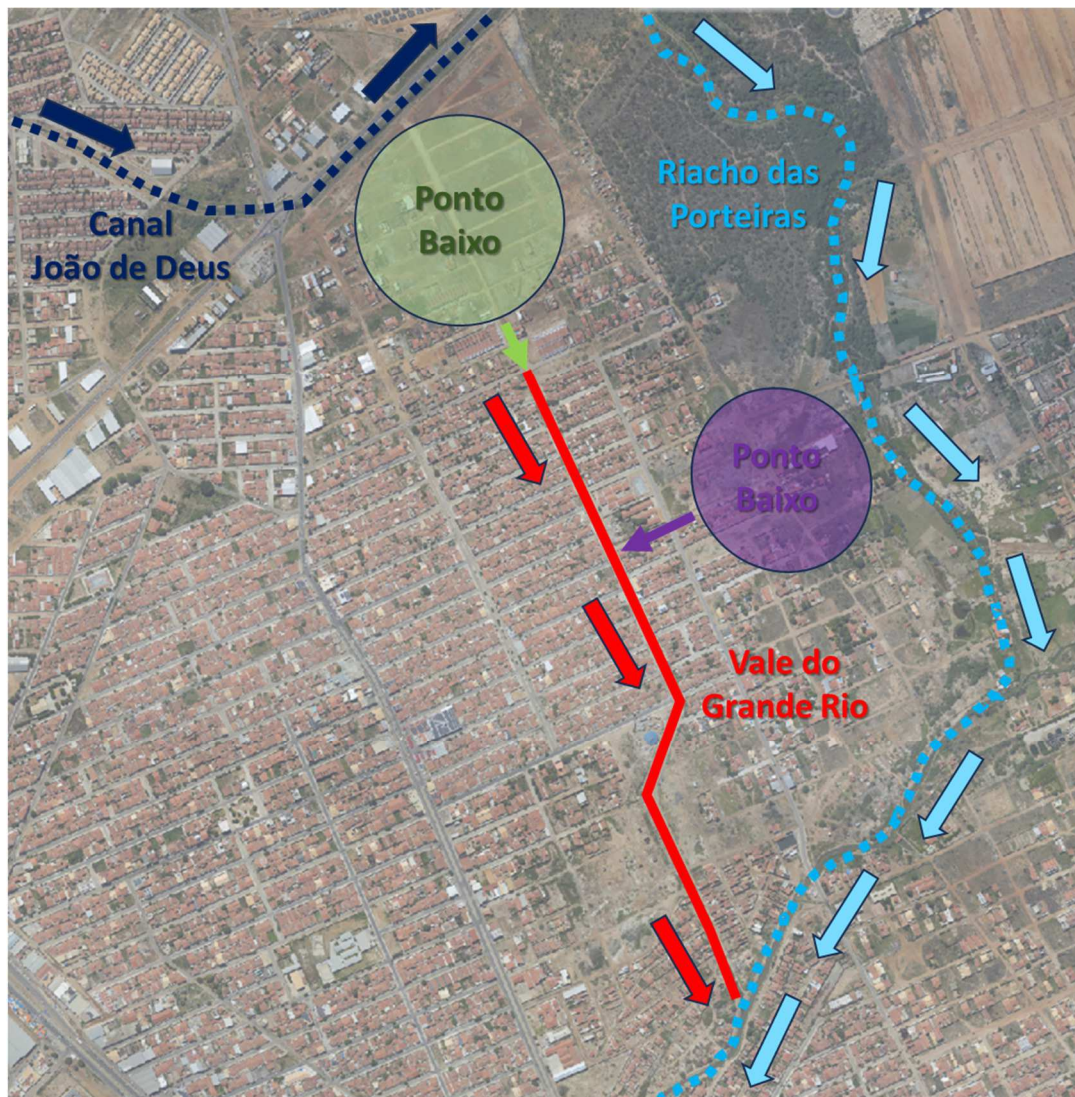
Figura 18. Medidas propostas relacionadas ao Canal João de Deus.



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 19). 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 19. Medidas propostas para o Canal do Vale do Grande Rio.



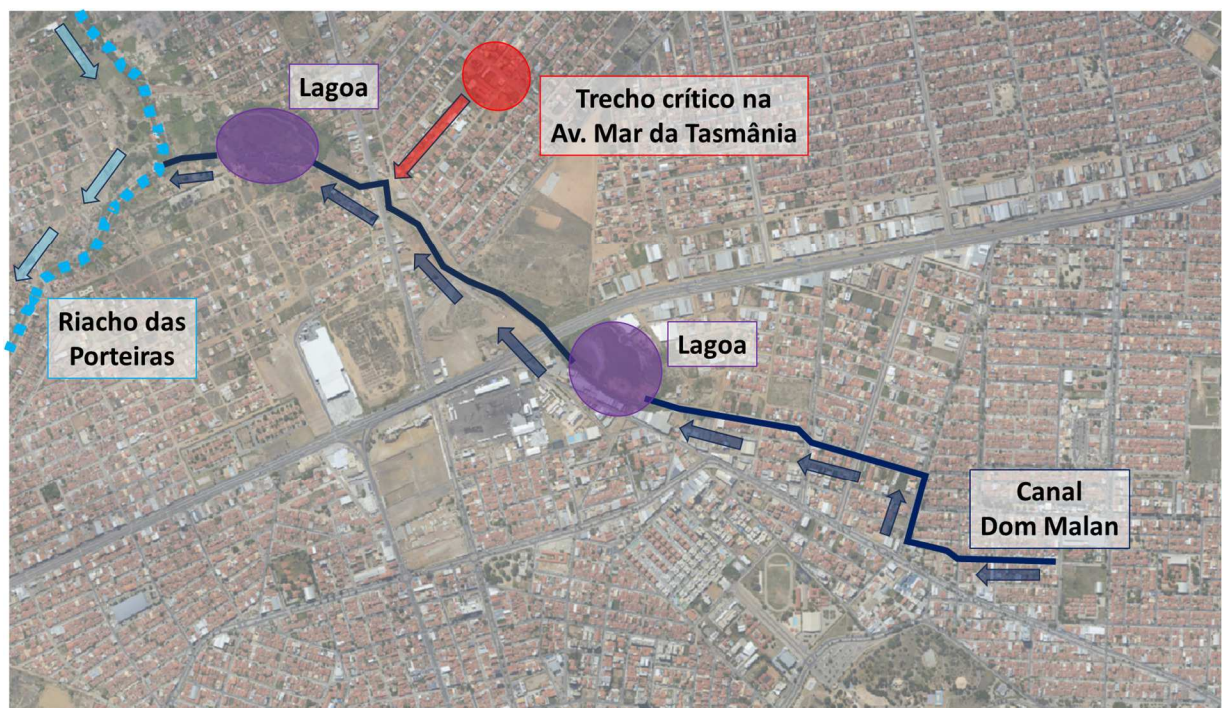
Fonte: PDCA (2025).

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 20).

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 20).

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 m<sup>3</sup>/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 20).

Figura 20. 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 21 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 21, 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 21. Principais medidas propostas para a Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 4. Medidas propostas para a Bacia 03

Trecho	Medidas Propostas
<b>Trecho 01 - Entre a BR-407 e o Rio São Francisco</b>	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.
<b>Trecho 02 - Entre o ponto de encontro da Lagoa Antônio Cassimiro e BR-407</b>	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;
	Aterrizar 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;
Revitalizar canal, restabelecendo a calha trapezoidal com base maior de 4,0m de largura ao lado do Atacadão até encontro com Riacho das Porteiras.	
<b>Trecho 03 - Trecho entre a Av. Transnordestina e ponto de encontro da Lagoa Antônio Cassimiro</b>	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;
	Aterrizar 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;

<b>Trecho 04 - Trecho da Av. João Barbosa da Cunha até a Av. Transnordestina</b>	Desapropriar imóveis em APP e áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	Desocupar imóveis em APP e áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	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.
<b>Trecho 05 - Canal do Dom Malan - Rua dos Jasmins até Lagoa do Antônio Cassimiro</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ” ao longo do canal Dom Malan e lagoas Sete de Setembro e Antônio Cassimiro;
	Desapropriar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	Desocupar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	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.	
<b>Trecho 06 - Canal do João de Deus - Av. Santa Moxotó até encontro com Riacho das Porteiras</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ” ao longo do canal João de Deus;
	Desapropriar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	Desocupar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	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.
<b>Trecho 07 - Canal do Vale do Grande Rio</b>	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.	
<b>Trecho 08 - Canal do Massangano</b>	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.
<b>Trecho 09 - Canal do Distrito Industrial</b>	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;	
<b>Barragens na Área Rural</b>	Realizar inspeções para avaliação do estado de conservação da estrutura das barragens e análise do seu potencial no amortecimento de cheias.

Fonte: PDCA (2025).

### 3.5 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 22 e Anexo 4).

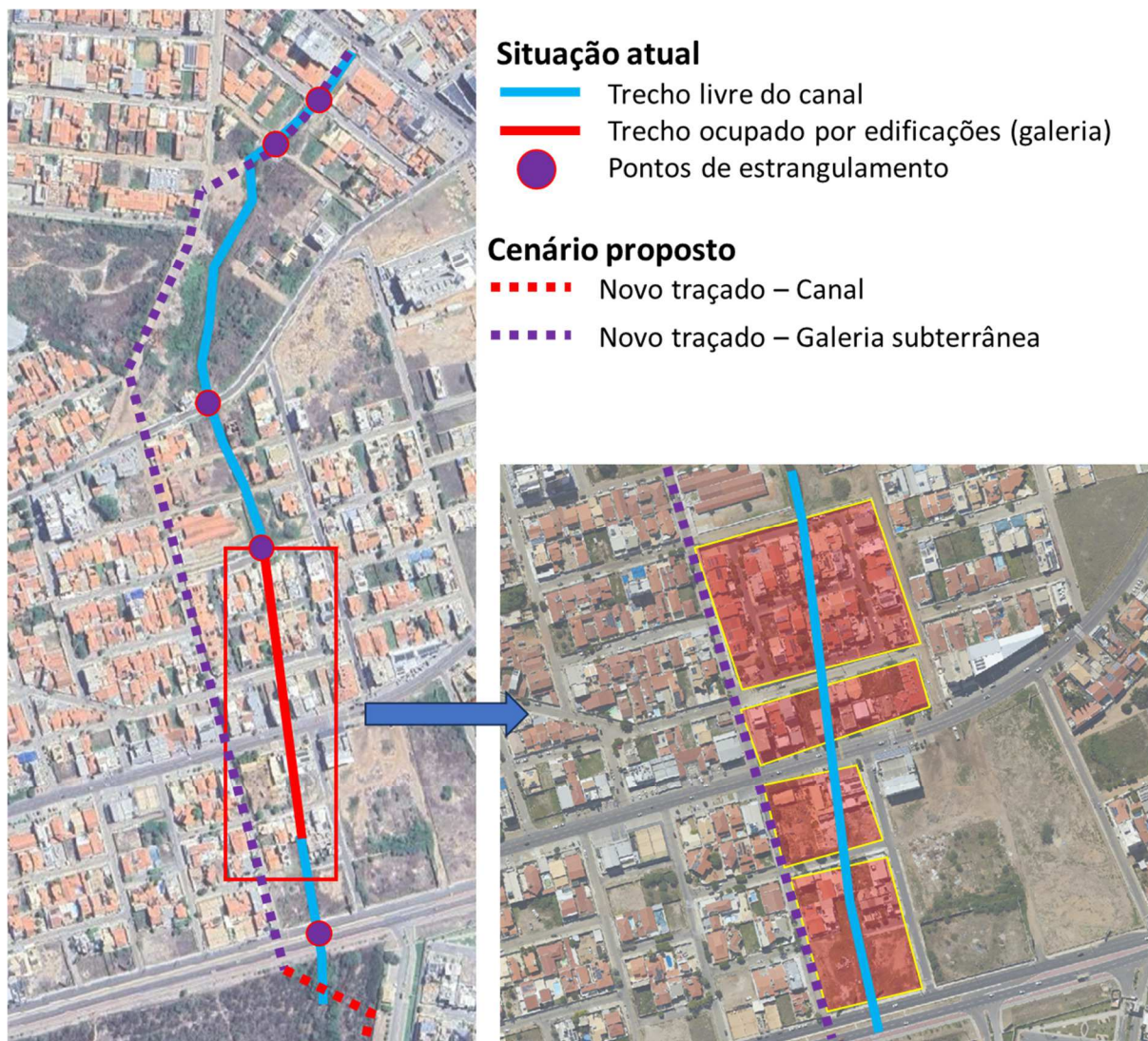
Figura 22. Trecho final a ser implementado no canal do Alto Cheiroso



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 23 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 23 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.

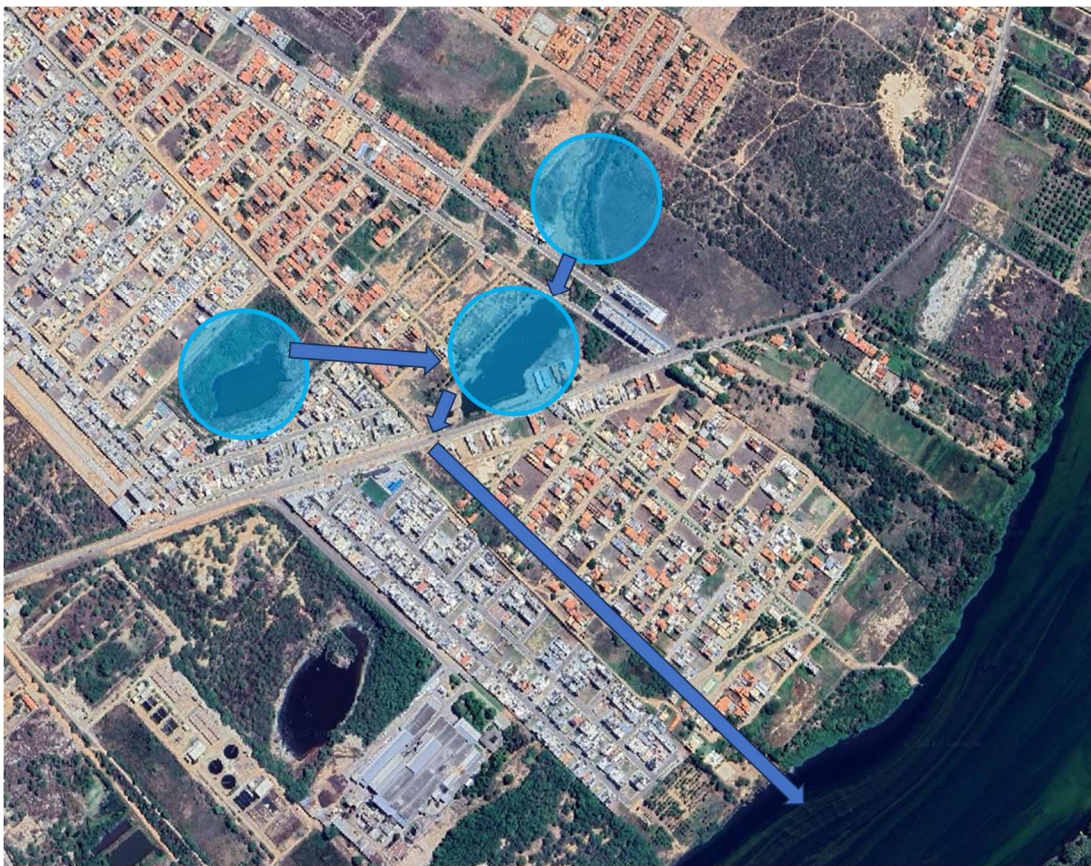
Figura 23. Trecho crítico no Canal do São José



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 24 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 24. Sistema de lagoas do Jatobá



Fonte: PDCA (2025).

Por fim, a Figura 25 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 25. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 04



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 5. Medidas Propostas para a Bacia 04

<b>Trecho</b>	<b>Medidas Propostas</b>
<b>Trecho 01 - Lagoas do Jatobá (01, 02 e 03)</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ” e APP;
	Desapropriar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ” ou APP;
	Desocupar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ” 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;
Implantar infraestrutura para drenagem da Av. João Cleverson Coelho Monteiro, como parte da solução da bacia do Jatobá.	
<b>Trecho 02 - Canal do São José</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ” em trecho aberto;
	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, 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;
Implantar canal retangular de 5,0m da Av. Cardoso de Sá até Rio São Francisco.	
<b>Trecho 03 - Canal do Alto Cheiroso</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	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, 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).

### 3.6 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 26 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 26. 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 27). 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 27). 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 27. 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 m<sup>3</sup>/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 28 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 28 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 28 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 28 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 28 e Anexo 5).

Figura 28. 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 29 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 29 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 29 e Anexo 5).

Figura 29. Revitalização de calha de canal e de galerias subterrâneas, e implantação de lagoa no Bairro Henrique Leite



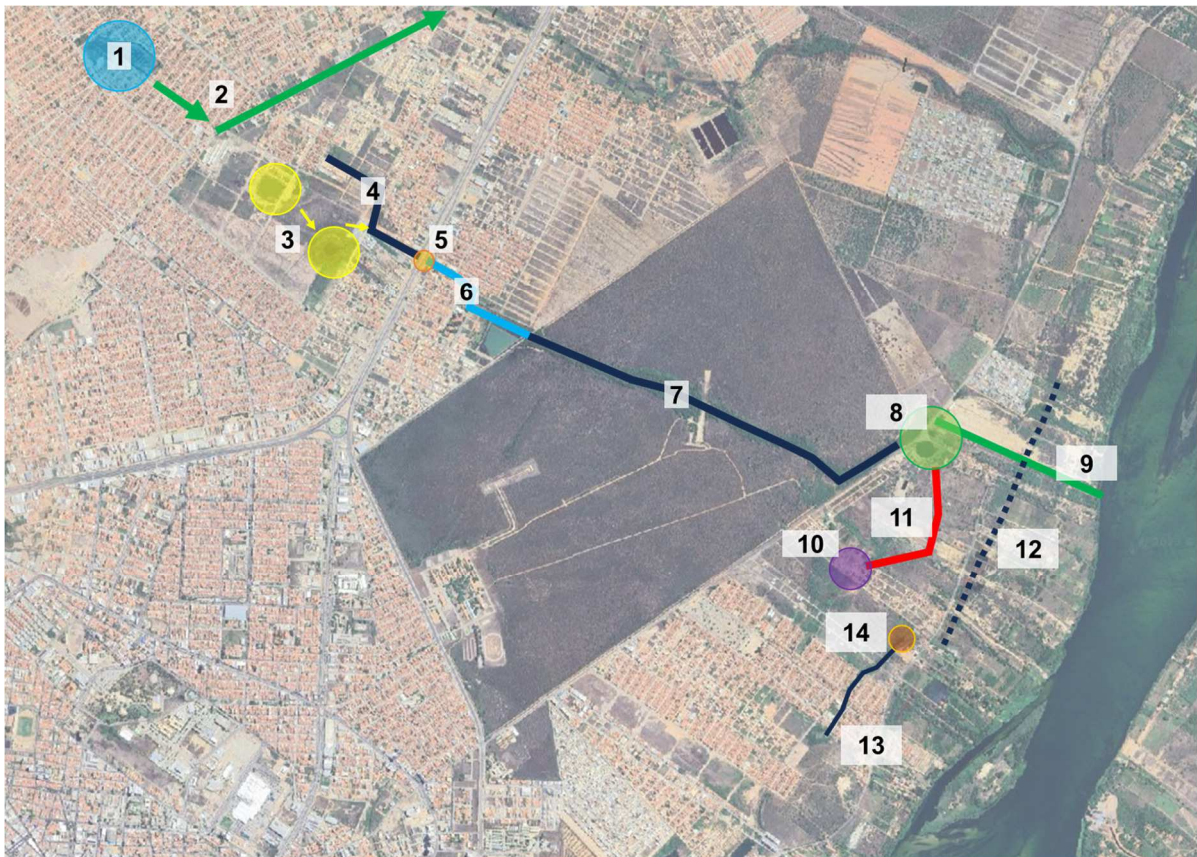
Fonte: PDCA (2025).

Em resumo, a Figura 30 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 30. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 6. Medidas Propostas para a Bacia 05

Trecho	Medidas Propostas
<b>Trecho 01 - da Av. Pedrinhas até o Rio São Francisco</b>	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".	
<b>Trecho 02 - BR-428 até Início da Zona Militar</b>	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.
<b>Trecho 03 - da Av. das Garças até BR-428</b>	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.
<b>Trecho 04 - Canal da Av. Redenção</b>	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.
<b>Trecho 05 - Lagoa São Joaquim</b>	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.
<b>Trecho 06 - Canal e Lagoa Henrique Leite</b>	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).

### 3.7 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 31).

Figura 31. 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 32 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 32). 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 32).

Figura 32. 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 33).

Figura 33. 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 34 e Anexo 6).

Em resumo, a Figura 34 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 34 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 34. Ações propostas para os trechos críticos da Bacia 06



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 7. Medidas Propostas para a Bacia 06

<b>Trecho 01 - Av. Pedrinhas até o Rio São Francisco</b>	Delimitar APP ao longo do riacho e Lagoa dos Carneiros;
	Delimitar áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ” em regiões alagáveis com solução inviável;
	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;
	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.
<b>Trecho 02 - da BR-428 até Av. Pedrinhas</b>	Delimitar APP ao longo do riacho;
	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;
	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;
Implantar BNCC (nônuplo) de 1,5 x 1,5m na travessia entre a Av. Brasil e o Condomínio Vicco.	
<b>Trecho 03 - da Av. da Redenção até BR-428</b>	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;
	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.
<b>Trecho 04 - a partir da Av. Transnordestina até Av. da Redenção</b>	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;
Implantar BQCC (quádruplo) de 2,0 x 1,5 m na travessia da Av. da Redenção, elevando o greide da via nesse trecho.	
<b>Trecho 05 - Lagoas Topázio 01 e</b>	Delimitar APP nas lagoas e riacho;
	Desapropriar imóveis em APP;
	Desocupar imóveis em APP;

<b>02 até Av. Transnordestina</b>	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.
<b>Trecho 06 - Lagoa Dom Avelar</b>	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ” na lagoa;
	Desapropriar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	Desocupar imóveis em áreas “ <i>Non Aedificandi</i> ”;
	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;
Avaliar implantação de infraestrutura urbana e áreas com equipamentos de lazer.	
<b>Trecho 07 - Canal da Av. Redenção e Lagoa São Joaquim</b>	<i>*Diretrizes da Bacia 05</i>
<b>Trecho 08 - Canal dos Carneiros</b>	Revitalizar canal dos Carneiros com calha de 2m.
	Delimitar área “ <i>Non Aedificandi</i> ”.

Fonte: PDCA (2025).

### 3.8 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.

### 3.9 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 8. Medidas Propostas para os Núcleos Urbanos

<b>Núcleos Urbanos</b>	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.

### 3.10 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 34). A periodicidade da remoção é função do volume retido, não devendo ultrapassar o período de uma semana.

Figura 35 - 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 35);

Figura 36 - 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 36). A implantação do sistema possibilitará:

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

Figura 37 - 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 37).

Figura 38 - Processo de retenção com eco barreiras.



Fonte: FishTV - Ecobarreira no Rio Atuba, 2021.

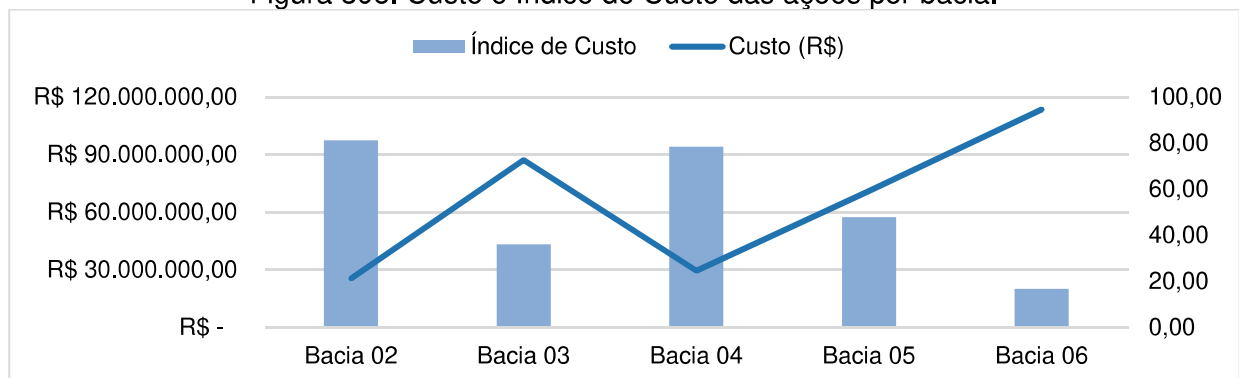
## 4. HIERARQUIA DAS AÇÕES PROPOSTAS

### 4.1 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 (Figura 38 e Tabela 09). 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 (Figura 38 e Tabela 09).

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 38 e Tabela 09).

Figura 398. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 9. Custo e Índice de Custo das ações por bacia.

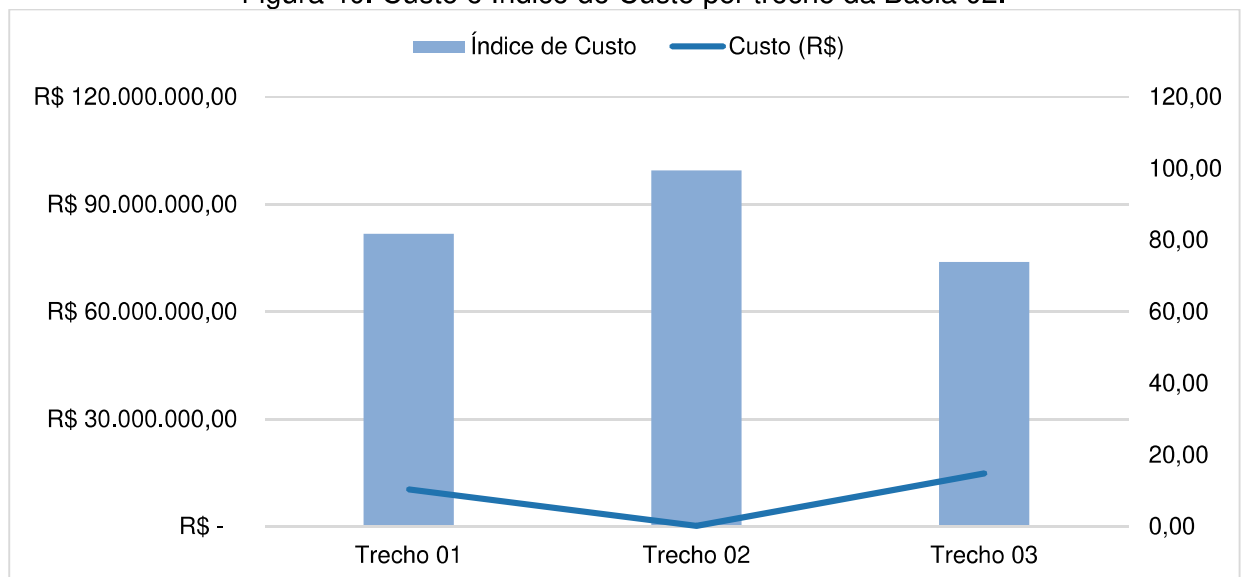
Bacia	Custo (R\$)	Índice de Custo
Bacia 02	R\$ 25.595.687,00	81,22
Bacia 03	R\$ 87.229.253,26	36,00
Bacia 04	R\$ 29.472.948,51	78,38
Bacia 05	R\$ 71.050.463,80	47,87
Bacia 06	R\$ 113.582.860,38	16,67

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 (Figura 39 e Tabela 10). Os Trechos 01 e 03 possuem orçamento e índice de custo com valores próximos uns dos outros, e possuem menor grau de prioridade em relação ao trecho 02 da bacia (Figura 39 e Tabela 10).

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 (Tabela 10 e Tabela 15).

Figura 40. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.



Fonte: PDCA (2025).

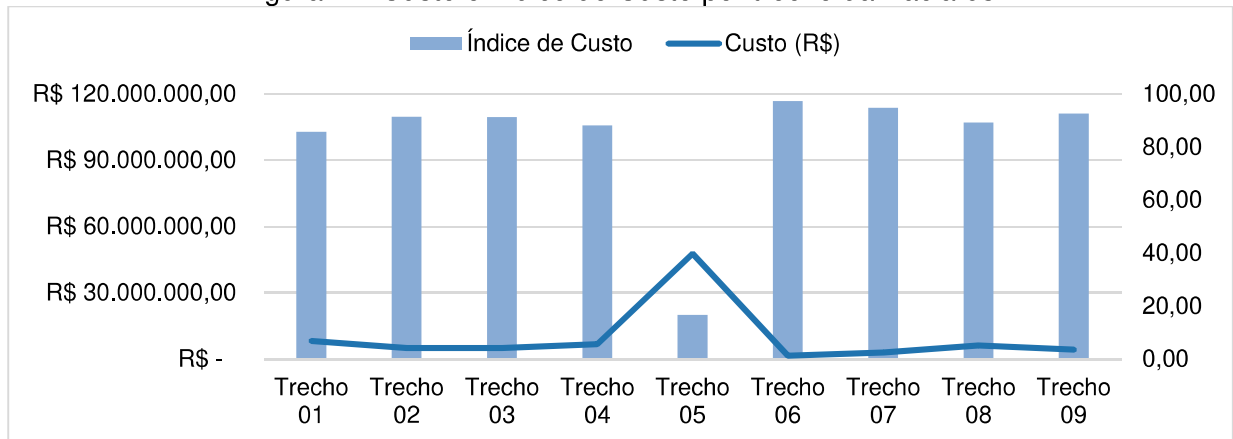
Tabela 10. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 02.

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 (Figura 40 e Tabela 11). 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 (Tabela 11 e Tabela 15).

Figura 41. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

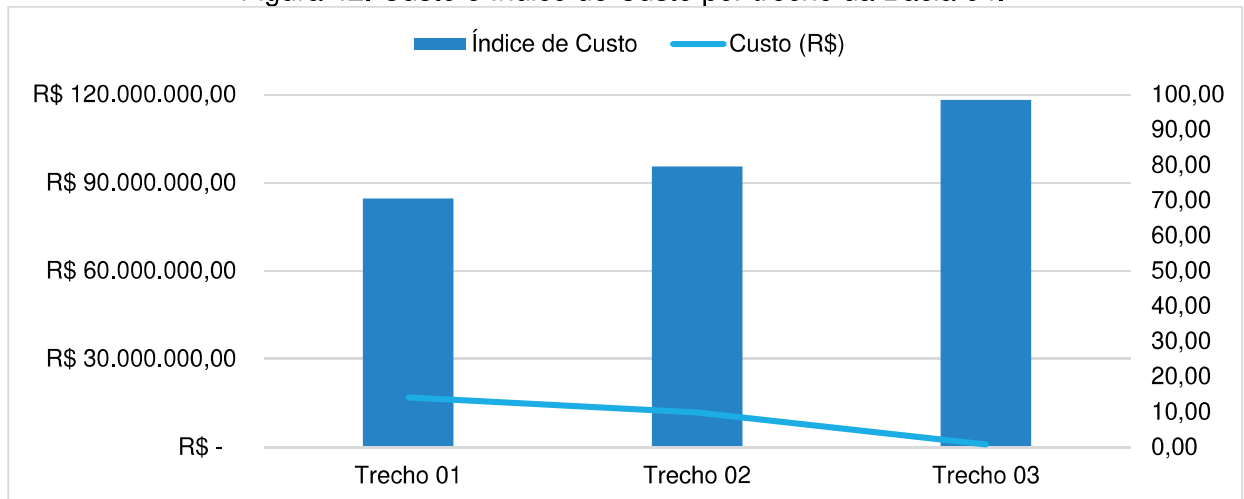
Tabela 11. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 03.

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 42. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04.



Fonte: PDCA (2025).

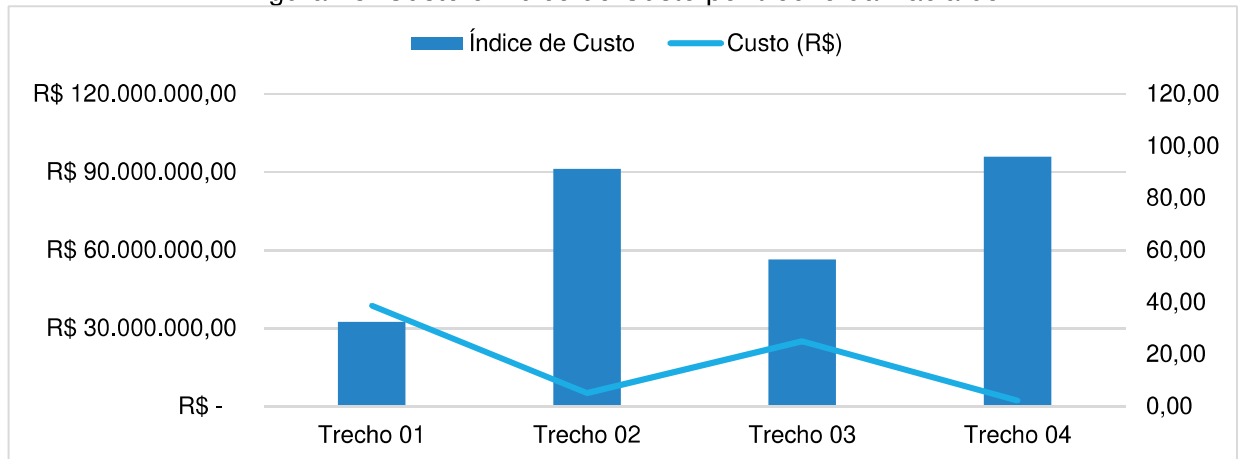
Tabela 12. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 04

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 (Figura 42 e Tabela 13). 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 43. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05



Fonte: PDCA (2025).

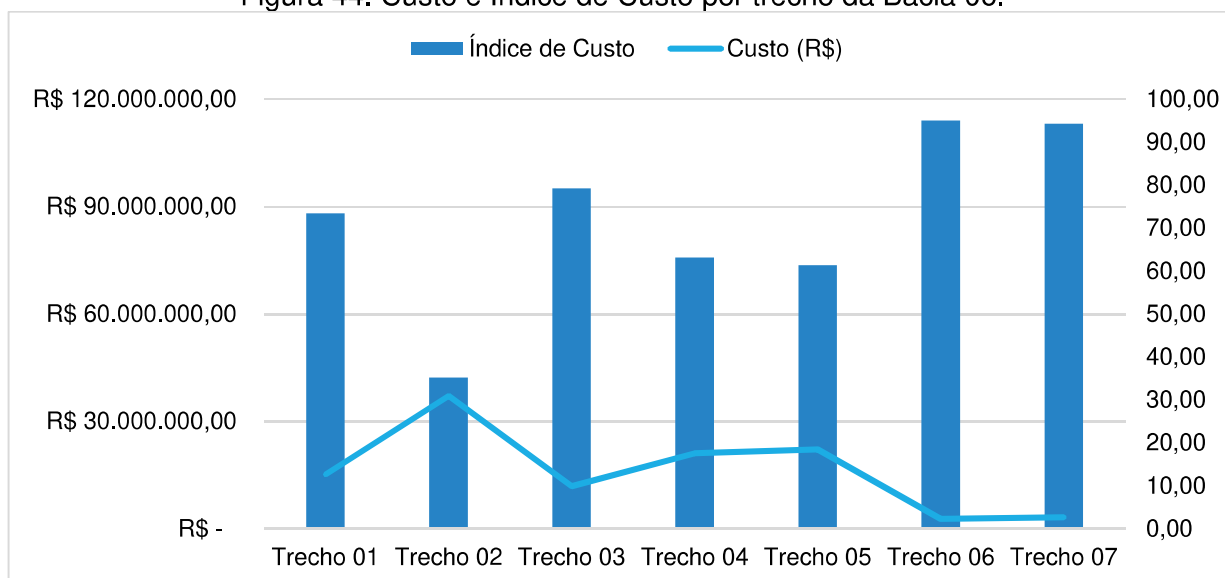
Tabela 13. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 05

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 (Figura 43 e Tabela 14). 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 43 e Tabela 14).

Figura 44. Custo e Índice de Custo por trecho da Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 14. 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 15. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Custo das ações.

<b>Ordem</b>	<b>Bacia</b>	<b>Trecho</b>	<b>Custo (R\$)</b>	<b>Índice de Custo</b>
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

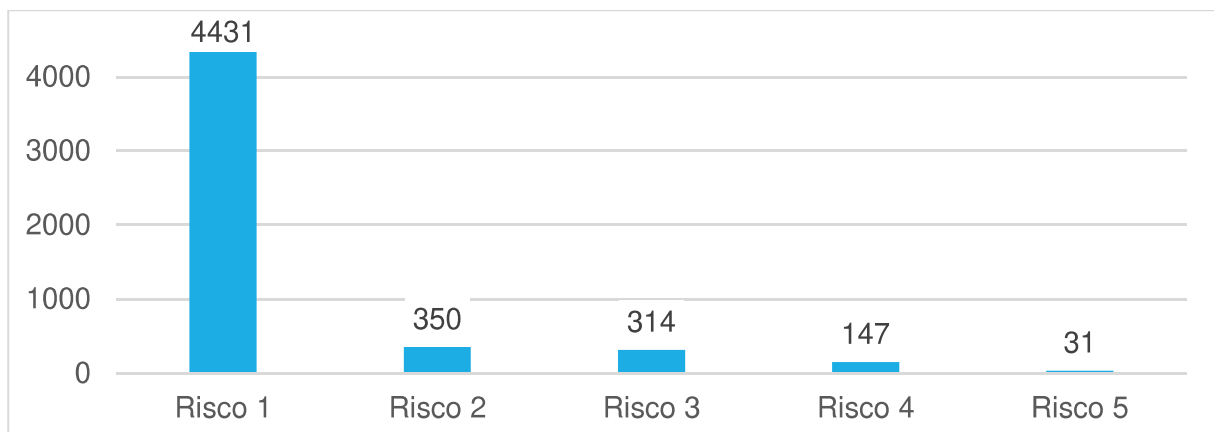
Fonte: PDCA (2025).

## 4.2 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 (Tabela 16 e Figura 47). 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 (Figura 44).

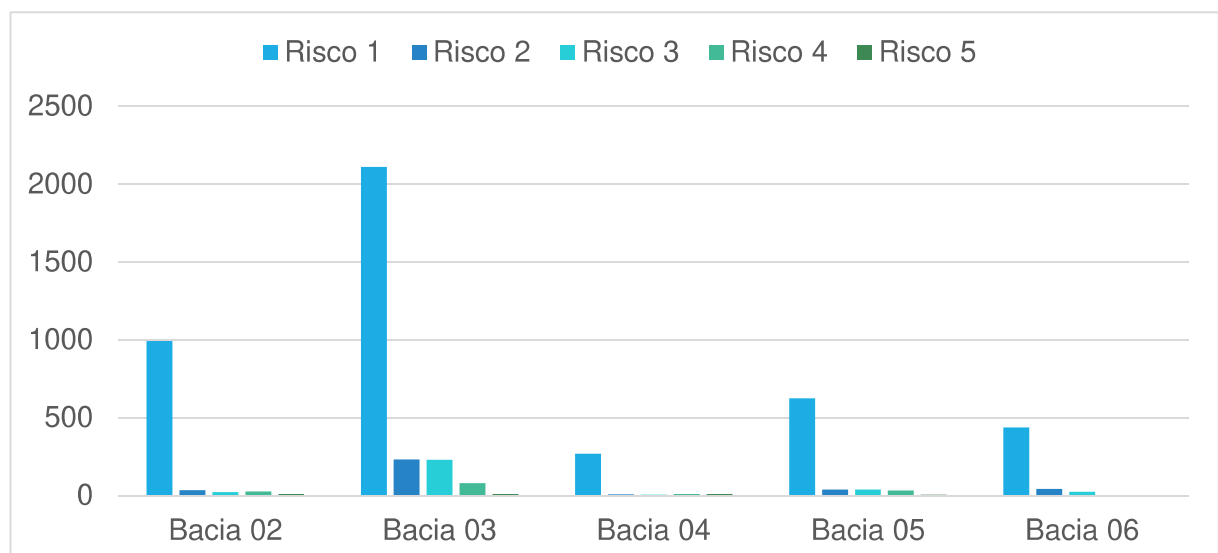
Por sua vez, a Bacia 03 concentra aproximadamente 50% das edificações em situação de risco, sendo esta bacia a com o maior número de edificações que serão beneficiadas pelas medidas propostas no plano (Tabela 16 e **Erro! Fonte de referência não encontrada.**). Em seguida, têm-se as bacias 02 e 05 com 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 45).

Figura 45. Quantidade de edificações em situação de risco.



Fonte: PDCA (2025).

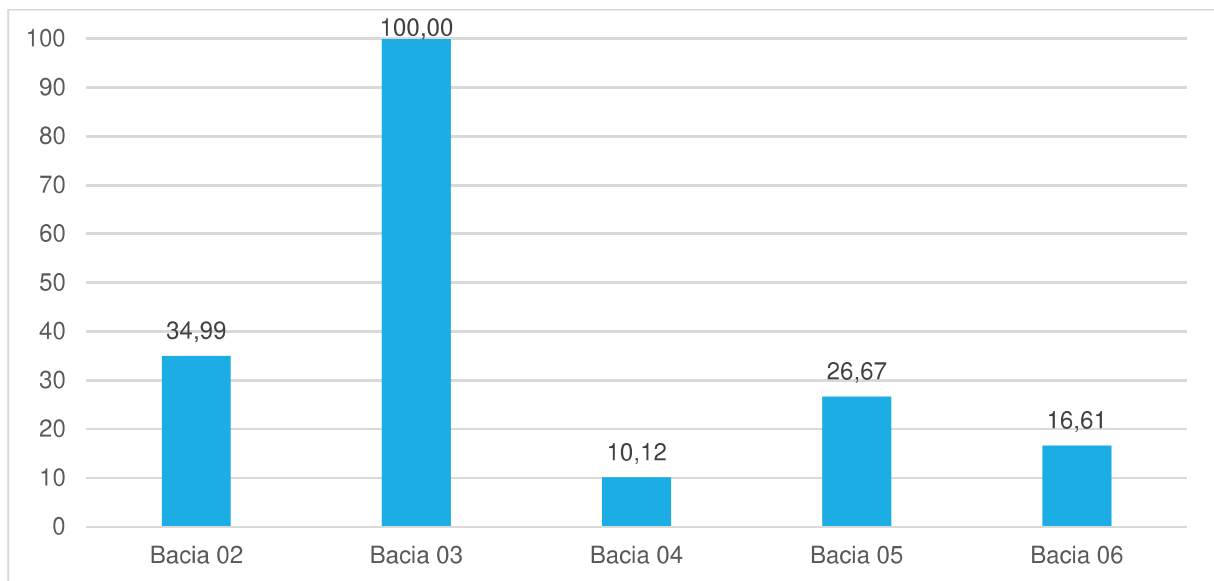
Figura 46. Quantidade de edificações em situação de risco por bacia e faixa de risco.



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 (Tabela 16 e Figura 46). 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 (Tabela 16 e Figura 46). 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 47. Índice de benefício direto das ações por Bacia.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 16. 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 48. 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)**

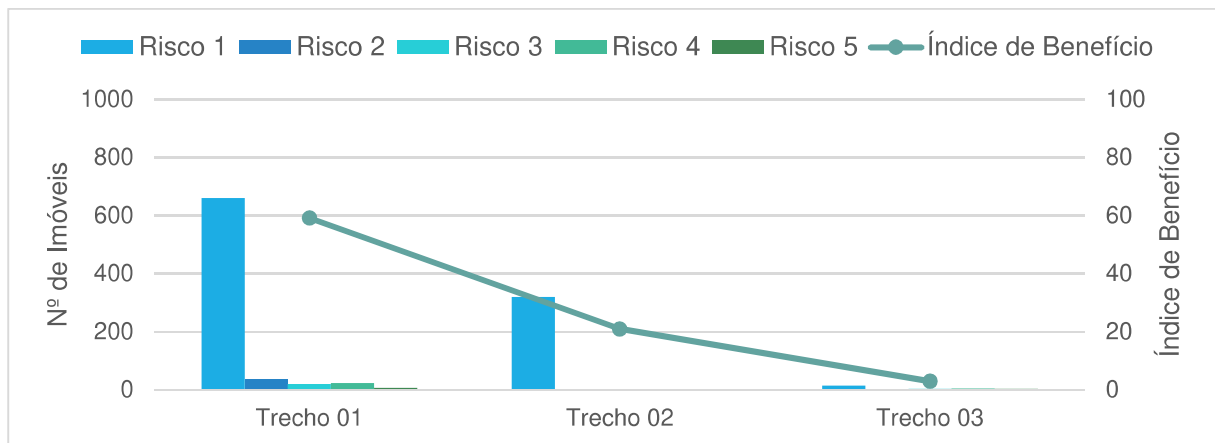


Fonte: PDCA (2025).

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 (Figura 48, Figura 49 e Tabela 17). 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 (Figura 48, Figura 49 e Tabela 17). 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 48, Figura 49 e Tabela 17).

Figura 49. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 02.



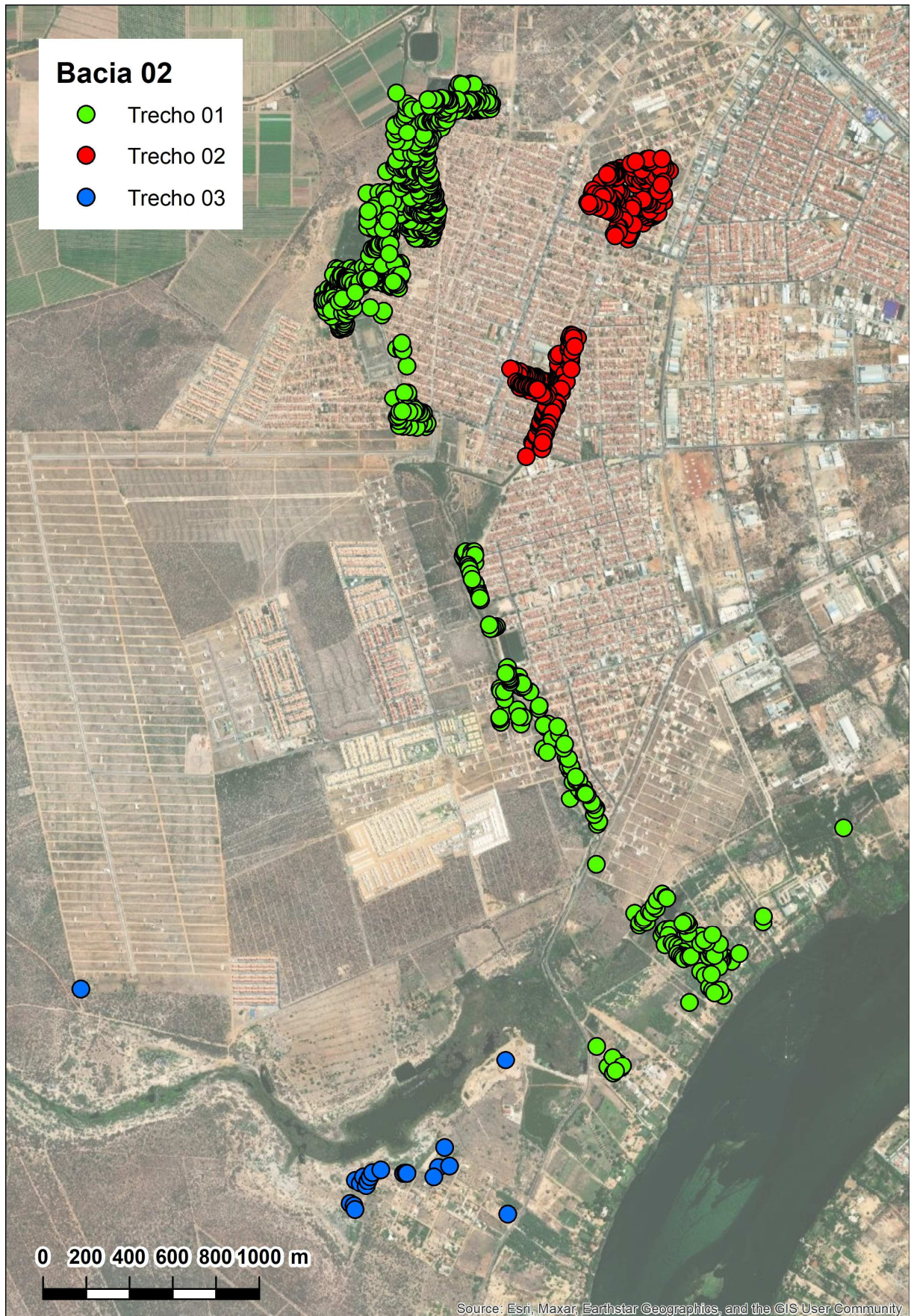
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 17. 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).

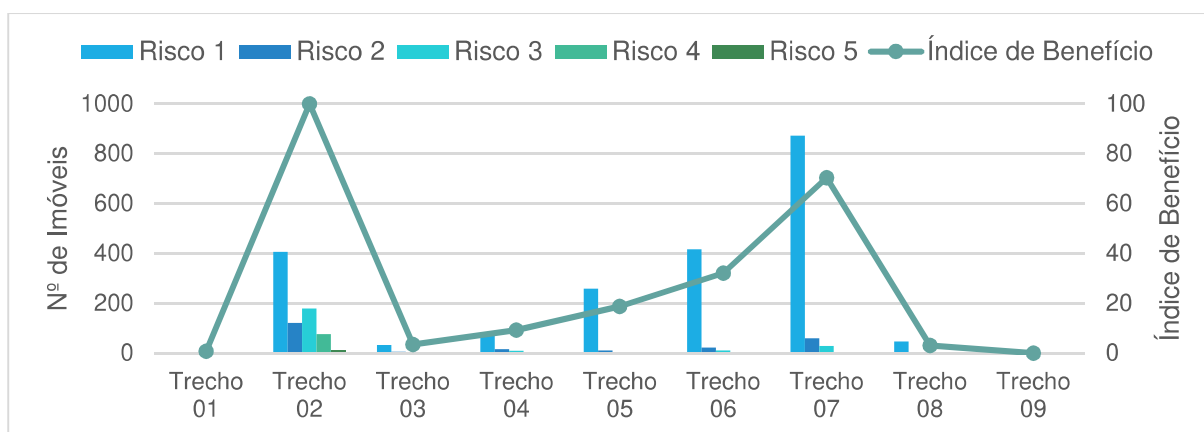
Figura 50. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 02.



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 (Figura 50, Figura 51 e Tabela 18). 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 (Figura 50, Figura 51 e Tabela 18).). 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 (Figura 50, Figura 51 e Tabela 18).). 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 50, Figura 51 e Tabela 18).).

Figura 51. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 03.



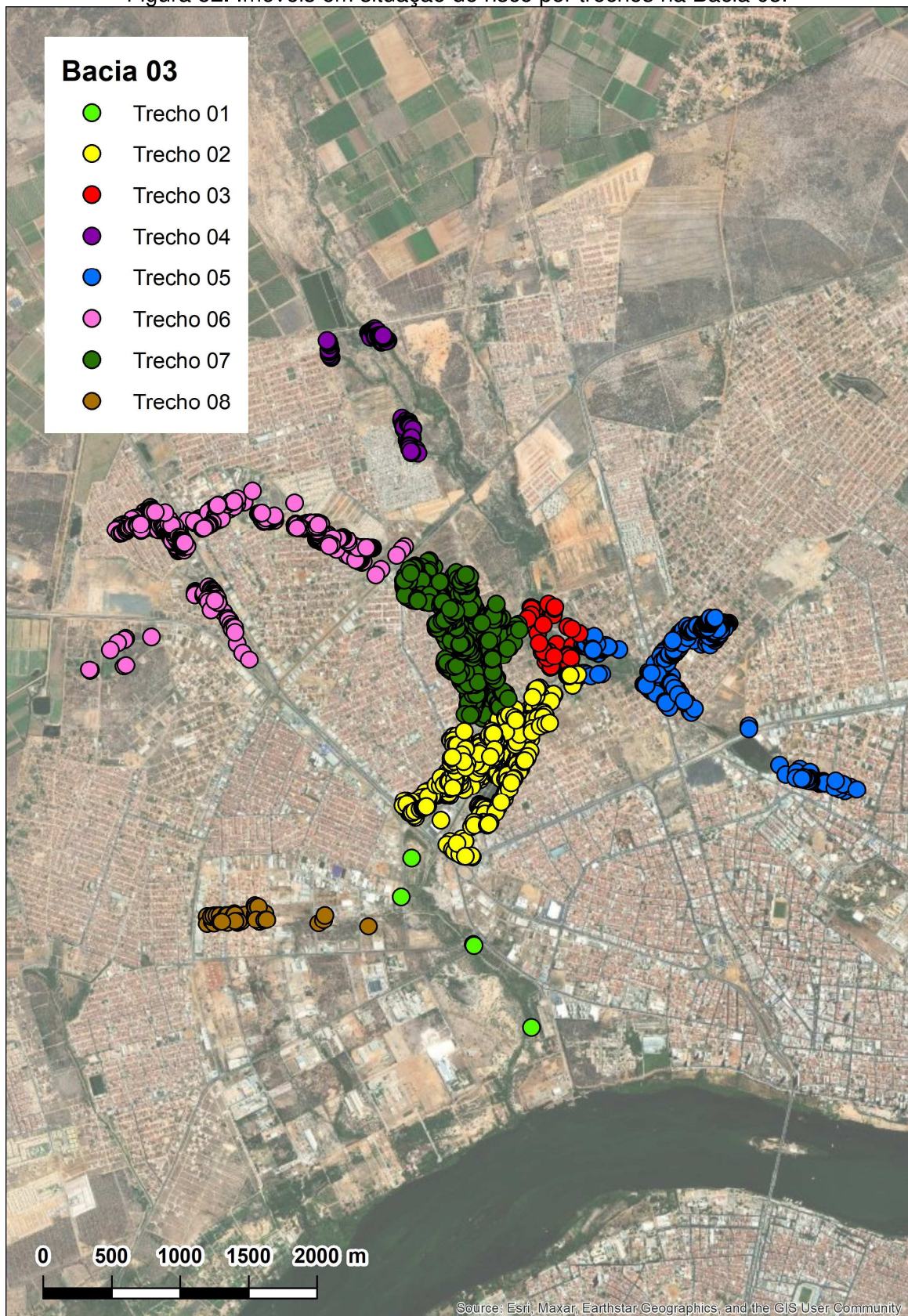
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 18. 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).

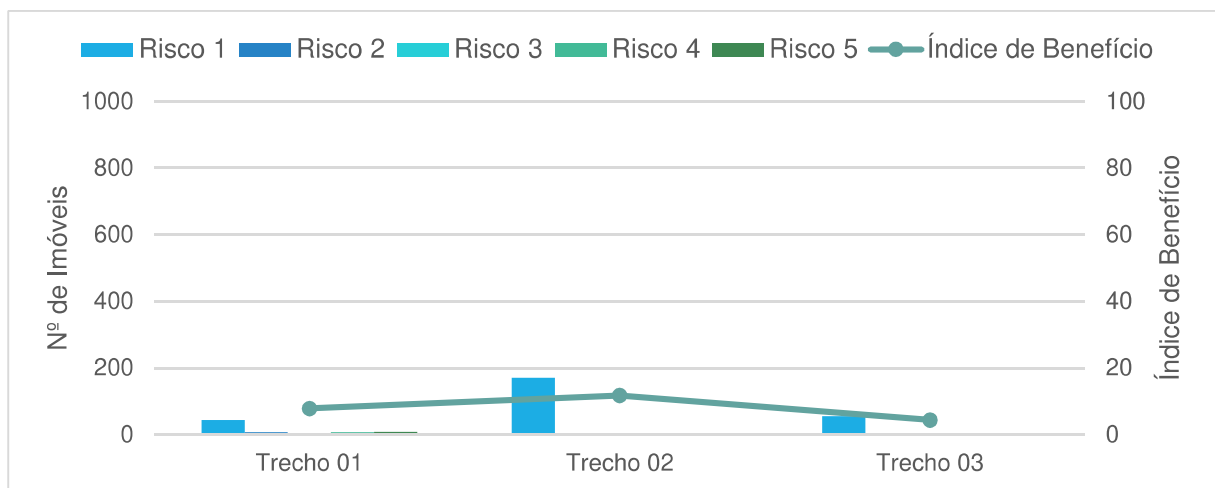
Figura 52. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 03.



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 (Figura 52, Figura 53 e Tabela 19). 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 52, Figura 53 e Tabela 19).

Figura 53. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 04.



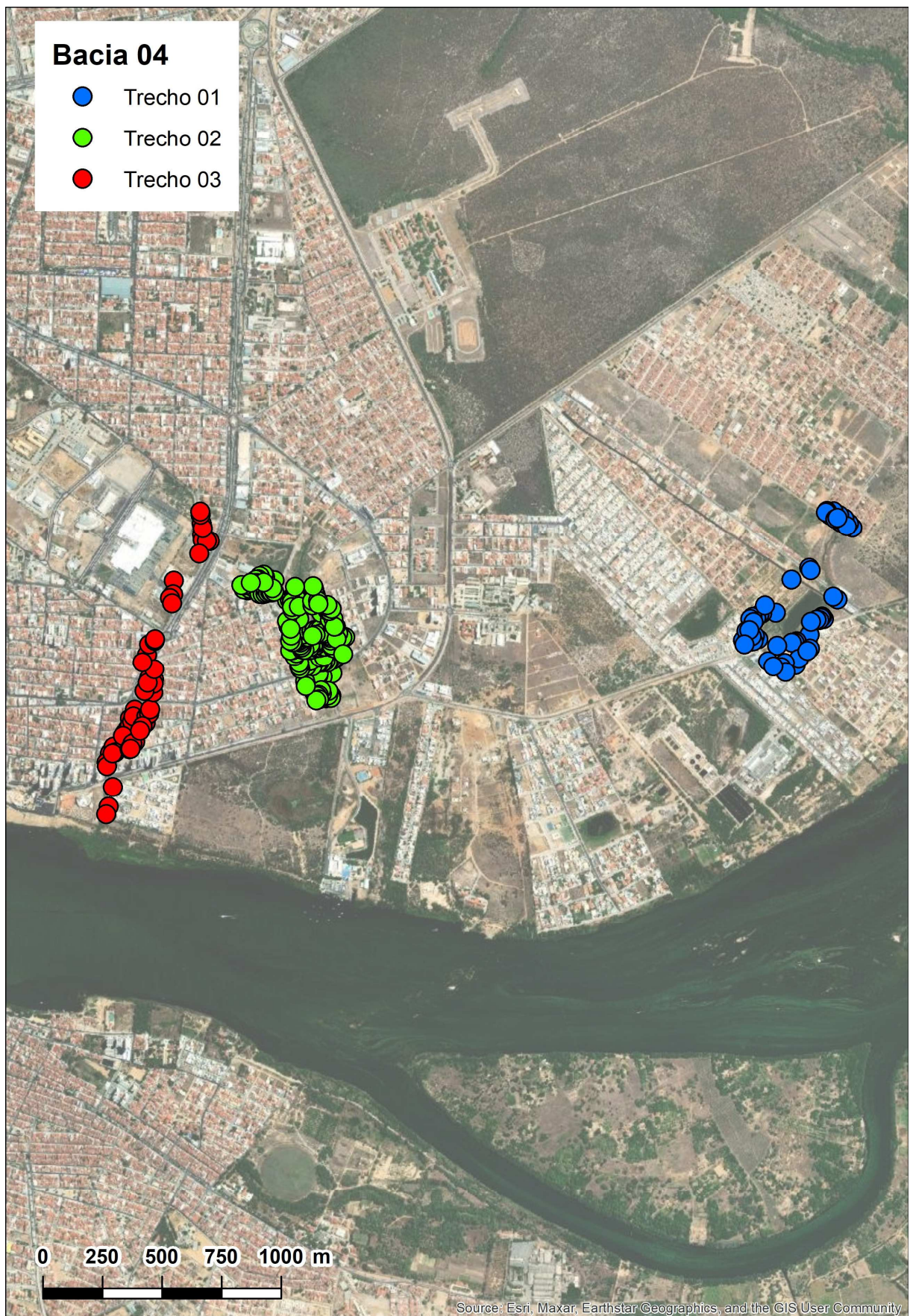
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 19. 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).

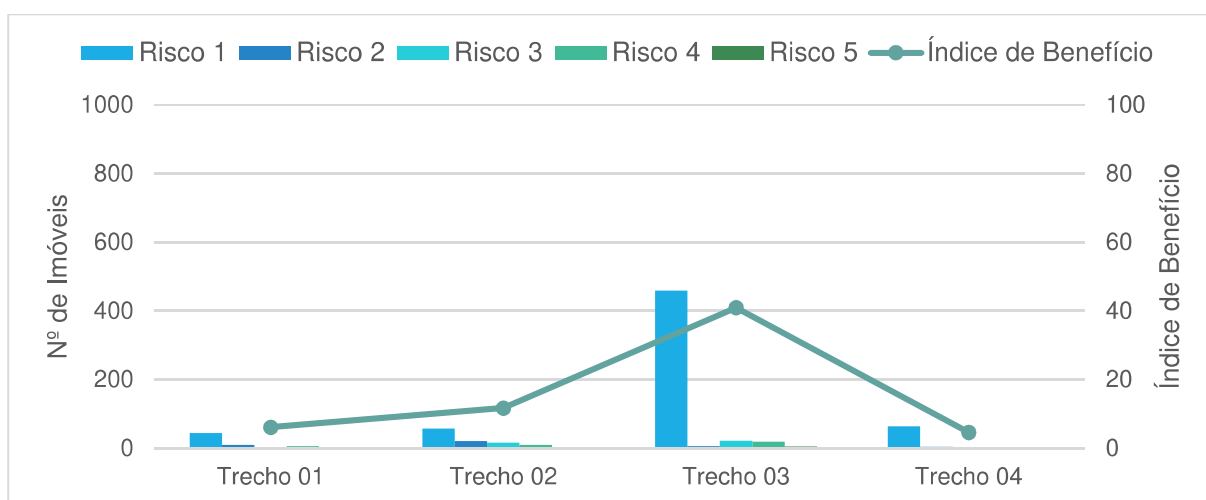
Figura 54. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 04.



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 (Figura 54, Figura 55 e Tabela 20). 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 55. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 05.



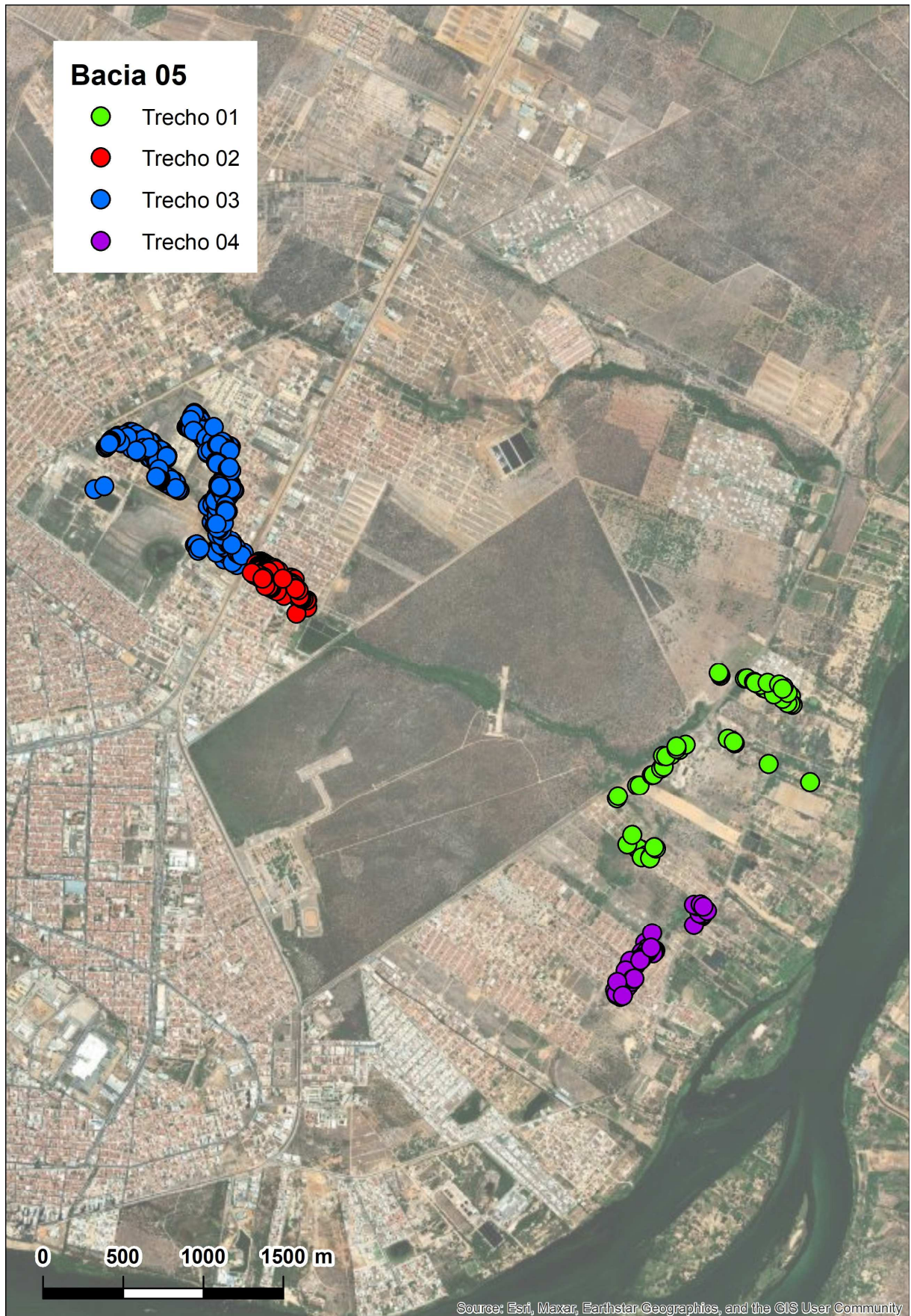
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 20. 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).

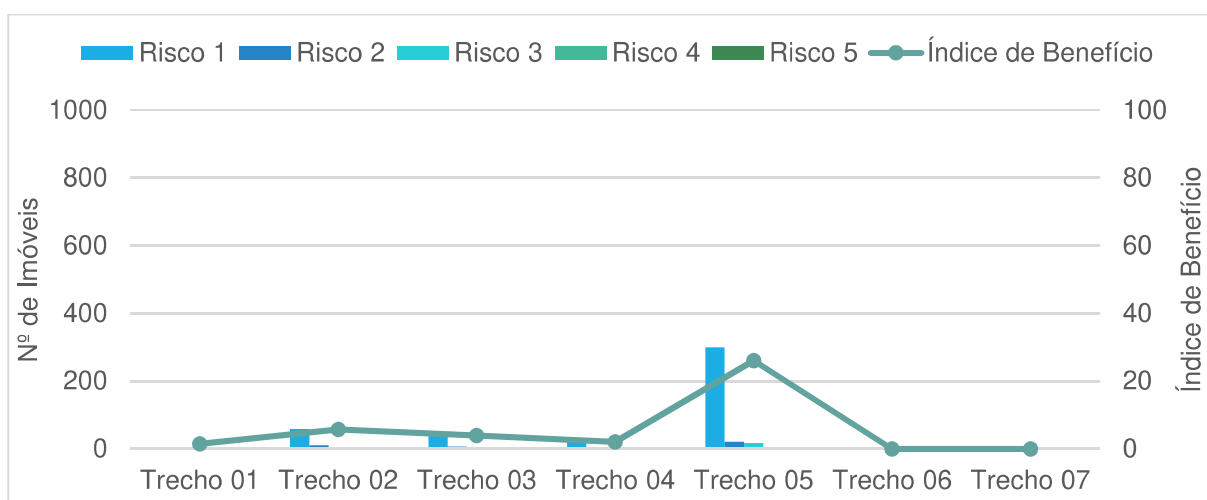
Figura 56. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 05.



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 (Figura 56, Figura 57 e Tabela 21). 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 56, Figura 57 e Tabela 21).).

Figura 57. Imóveis em situação de risco e Índice de Benefício na Bacia 06.



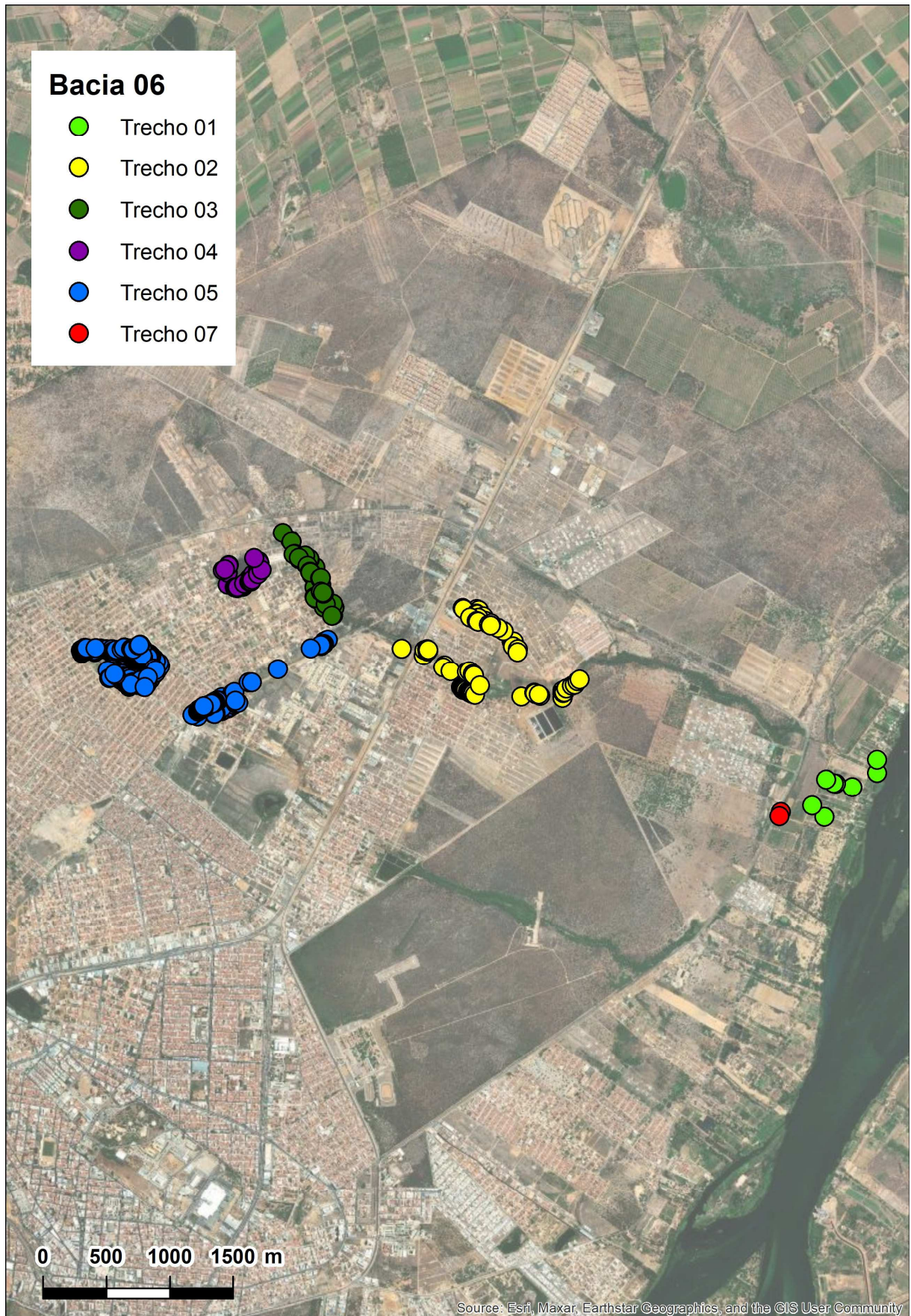
Fonte: PDCA (2025).

Tabela 21. 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 58. Imóveis em situação de risco por trechos na Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 22. Ordem de prioridade dos trechos em relação do Índice de Benefício das ações.

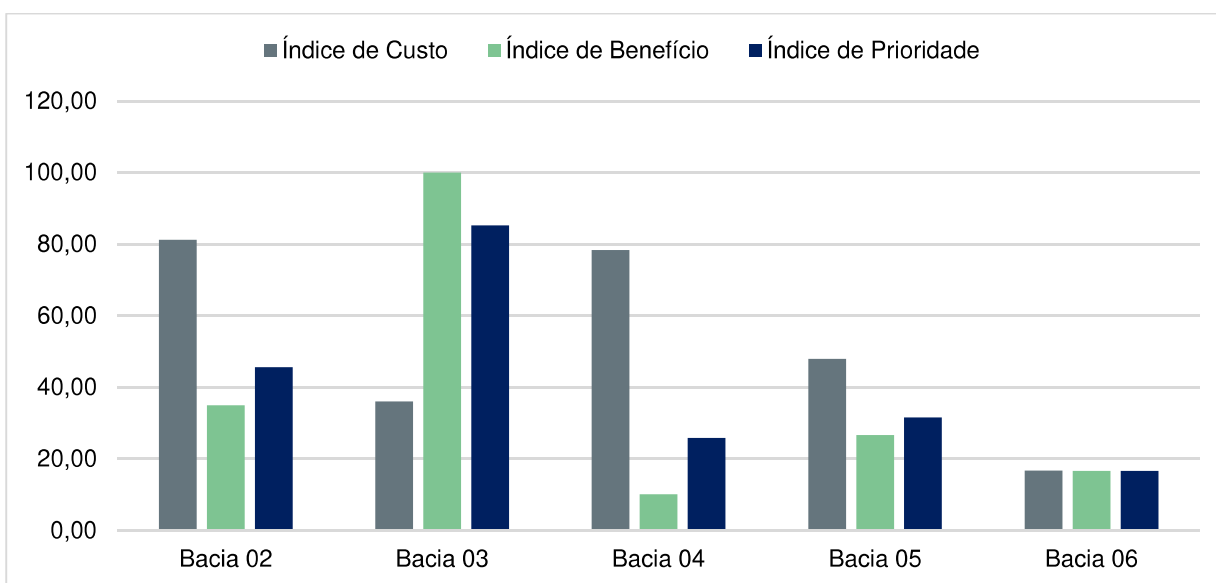
Ordem	Bacia	Trecho	Nº de Edificações por Faixa de Risco					Índice de Benefício (0 – 100)
			Risco 1	Risco 2	Risco 3	Risco 4	Risco 5	
1	Bacia 03	Trecho 02	405	120	178	75	9	100,0
2	Bacia 03	Trecho 07	872	59	27	0	0	70,3
3	Bacia 02	Trecho 01	659	34	19	22	6	59,2
4	Bacia 05	Trecho 03	459	5	21	18	4	40,9
5	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).

### 4.3 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 (Figura 58 e Tabela 23). 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 (Figura 58 e Tabela 23). 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 58 e Tabela 23).

Figura 59. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.



Fonte: PDCA (2025).

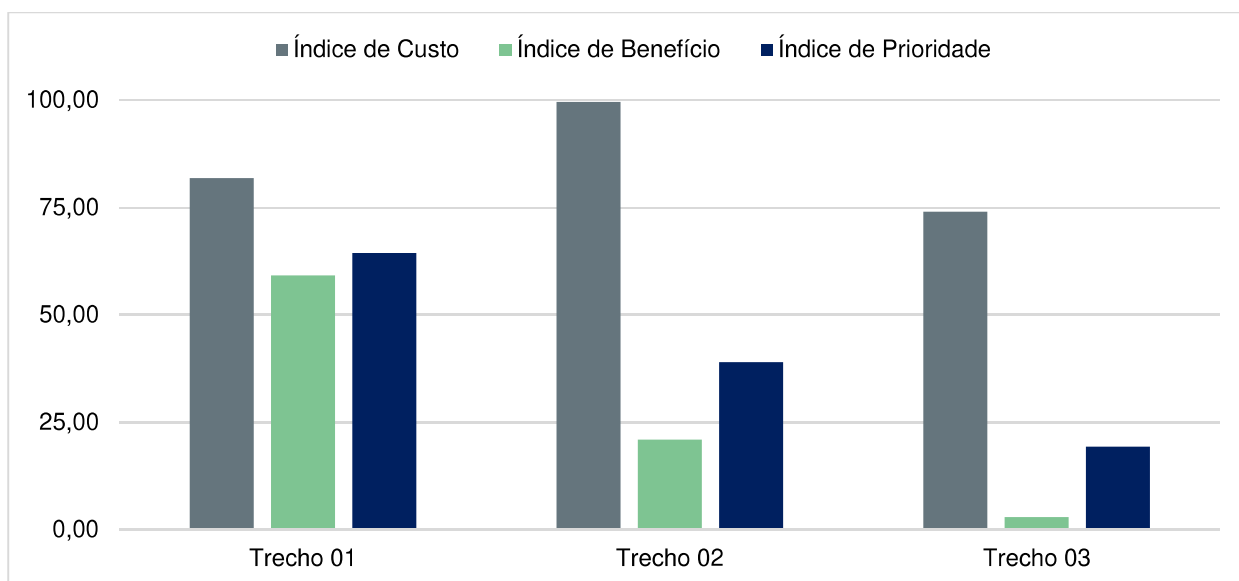
Tabela 23. Índices de Custo, Benefício e Prioridade das ações por Bacia.

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 (Figura 59 e Tabela 24). 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 59 e Tabela 24).

Figura 60. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.



Fonte: PDCA (2025).

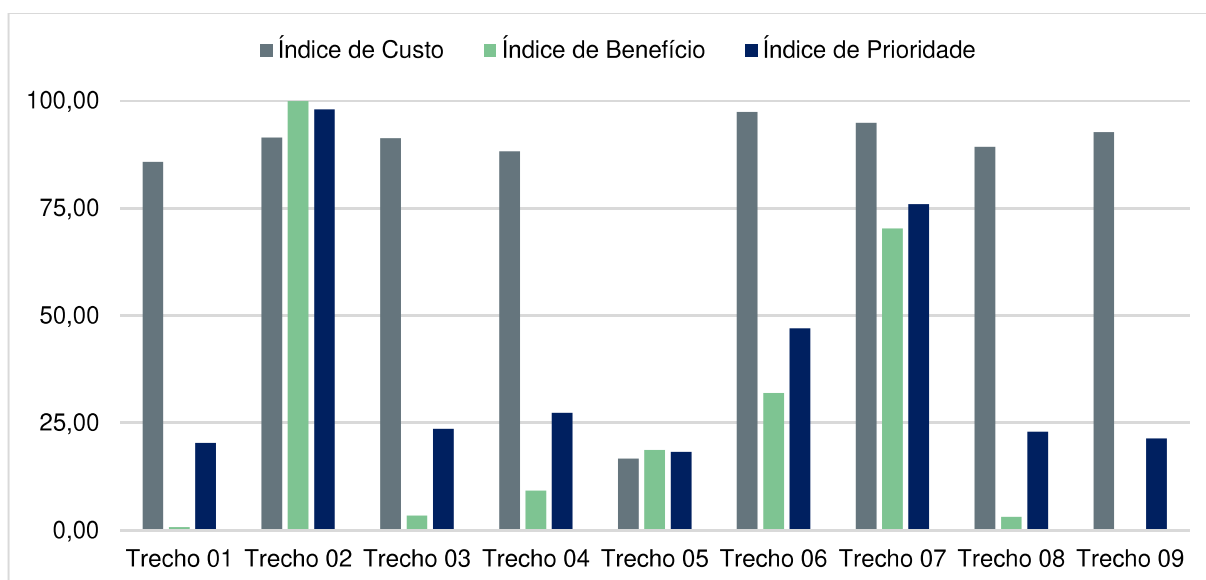
Tabela 24. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 02.

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 (Figura 60 e Tabela 25). 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) (Figura 60 e Tabela 25). 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 60 e Tabela 25).

Figura 61. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.



Fonte: PDCA (2025).

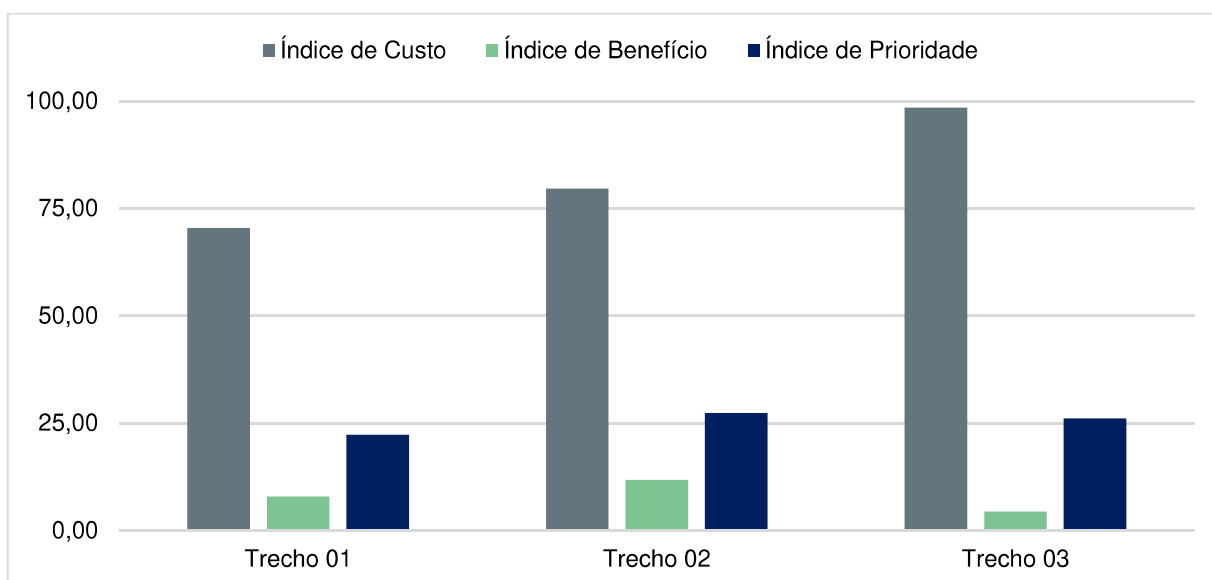
Tabela 25. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 03.

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 (Figura 61 e Tabela 26). 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 62. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.



Fonte: PDCA (2025).

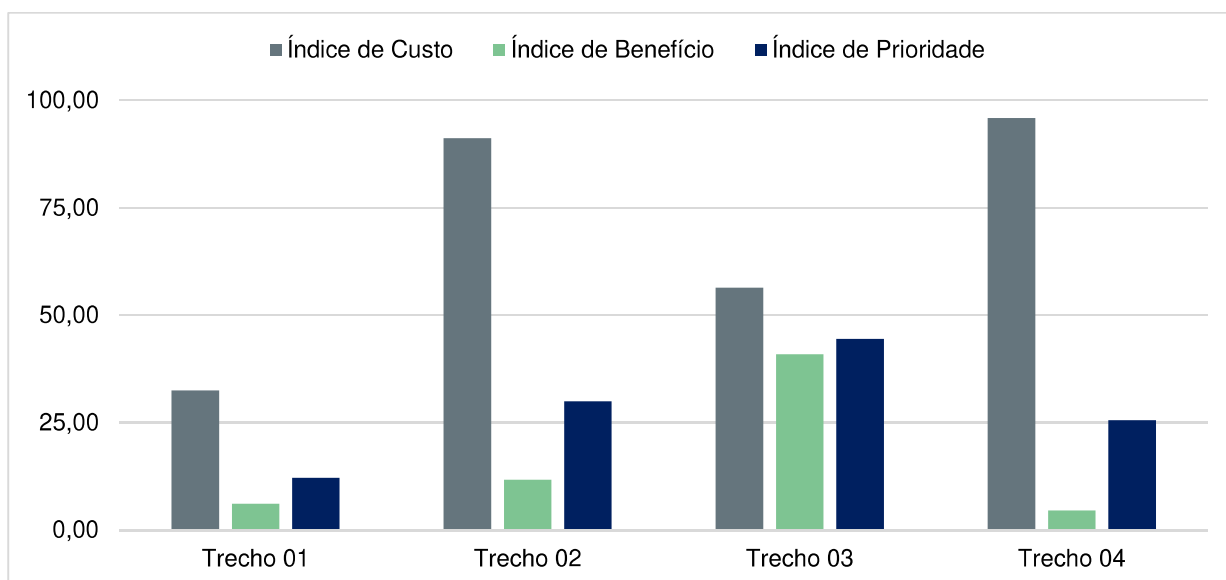
Tabela 26. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 04.

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 (Figura 62 e Tabela 27). 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 62 e Tabela 27).

Figura 63. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.



Fonte: PDCA (2025).

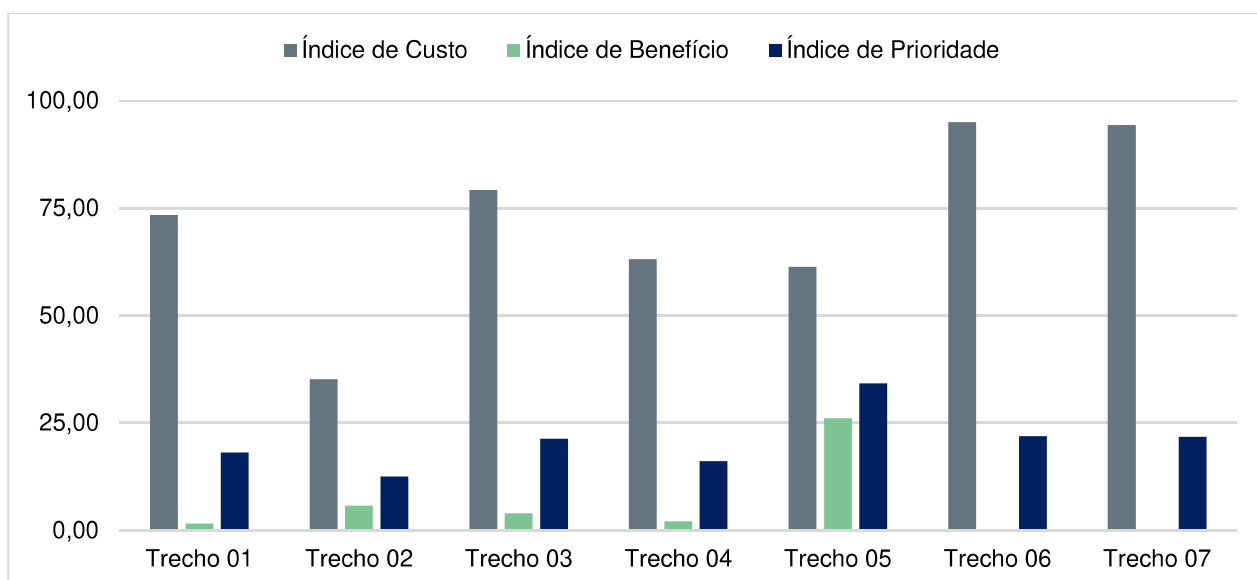
Tabela 27. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 05.

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 (Figura 63 e Tabela 28). 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 (Figura 63 e Tabela 28). 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 63 e Tabela 28).

Figura 64. Índice de Prioridade por trecho na Bacia 06.



Fonte: PDCA (2025).

Tabela 28. 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 29. Ordem de prioridade dos trechos.

<b>Ordem</b>	<b>Bacia</b>	<b>Trecho</b>	<b>Índice de Custo</b>	<b>Índice de Benefício</b>	<b>Índice de Prioridade</b>
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).

## 5. PLANO DE IMPLEMENTAÇÃO DAS AÇÕES

Por fim, 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 (Tabela 30).

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 (Tabela 30).

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 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 (Tabela 30). 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 30. 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 31. 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 32. 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 33. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 3.

<b>Ação</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
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 34. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 4.

<b>Ação</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
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 35. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 5.

<b>Ação</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
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 36. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 6.

<b>Ação</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
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 37. Horizonte temporal de implementação das ações propostas para a Bacia 7.

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

Tabela 38. Horizonte temporal de implementação de outras ações propostas.

<b>Ação</b>	<b>Curto Prazo</b>	<b>Médio Prazo</b>	<b>Longo Prazo</b>
Elaboração de Planos de Segurança de Barragens	X		
Desenvolvimento e Implementação de Sistema de Monitoramento e Alerta	X		

## REFERÊNCIAS

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.

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

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

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

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

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.

## ANEXOS

A seguir, serão apresentados os Mapas das Soluções Propostas, onde estão indicadas as diretrizes gerais de intervenção nas bacias urbanas de Petrolina, bem como as diretrizes específicas de intervenção para cada trecho crítico apresentado neste Relatório.

Os mapas estão listados a seguir:

- Anexo 1. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 01;
- Anexo 2. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 02 e Bacia 03 (parcial);
- Anexo 3. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 03;
- Anexo 4. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 04 e Bacia 05 (parcial);
- Anexo 5. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 05;
- Anexo 6. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 06;
- Anexo 7. Mapa das Diretrizes Propostas – Bacia 07;
- Anexo 8. Mapa de Áreas de Proteção Permanente, Áreas “*Non Aedificandi*” e Lagoas – Bacia 01;
- Anexo 09. Mapa de Áreas de Proteção Permanente, Áreas “*Non Aedificandi*” e Lagoas – Bacia 01 a Bacia 03;
- Anexo 10. Mapa de Áreas de Proteção Permanente, Áreas “*Non Aedificandi*” e Lagoas – Bacia 03 a Bacia 07;
- Anexo 11. Mapa de Áreas de Proteção Permanente, Áreas “*Non Aedificandi*” e Lagoas – Bacia 07.1;
- Anexo 12. Mapa de Áreas de Proteção Permanente, Áreas “*Non Aedificandi*” e Lagoas – Bacia 07.2;
- Anexo 13. Mapa das Áreas de Desapropriação ou Desocupação;
- Anexo 14. Mapa dos Talvegues Artificiais do município.
- Anexo 15. Mapa de Vazões – Bacia 01;
- Anexo 16. Mapa de Vazões – Bacia 02;
- Anexo 17. Mapa de Vazões – Bacia 03;
- Anexo 18. Mapa de Vazões – Bacia 04;
- Anexo 19. Mapa de Vazões – Bacia 05;
- Anexo 20. Mapa de Vazões – Bacia 06;
- Anexo 21. Mapa de Vazões – Bacia 07;