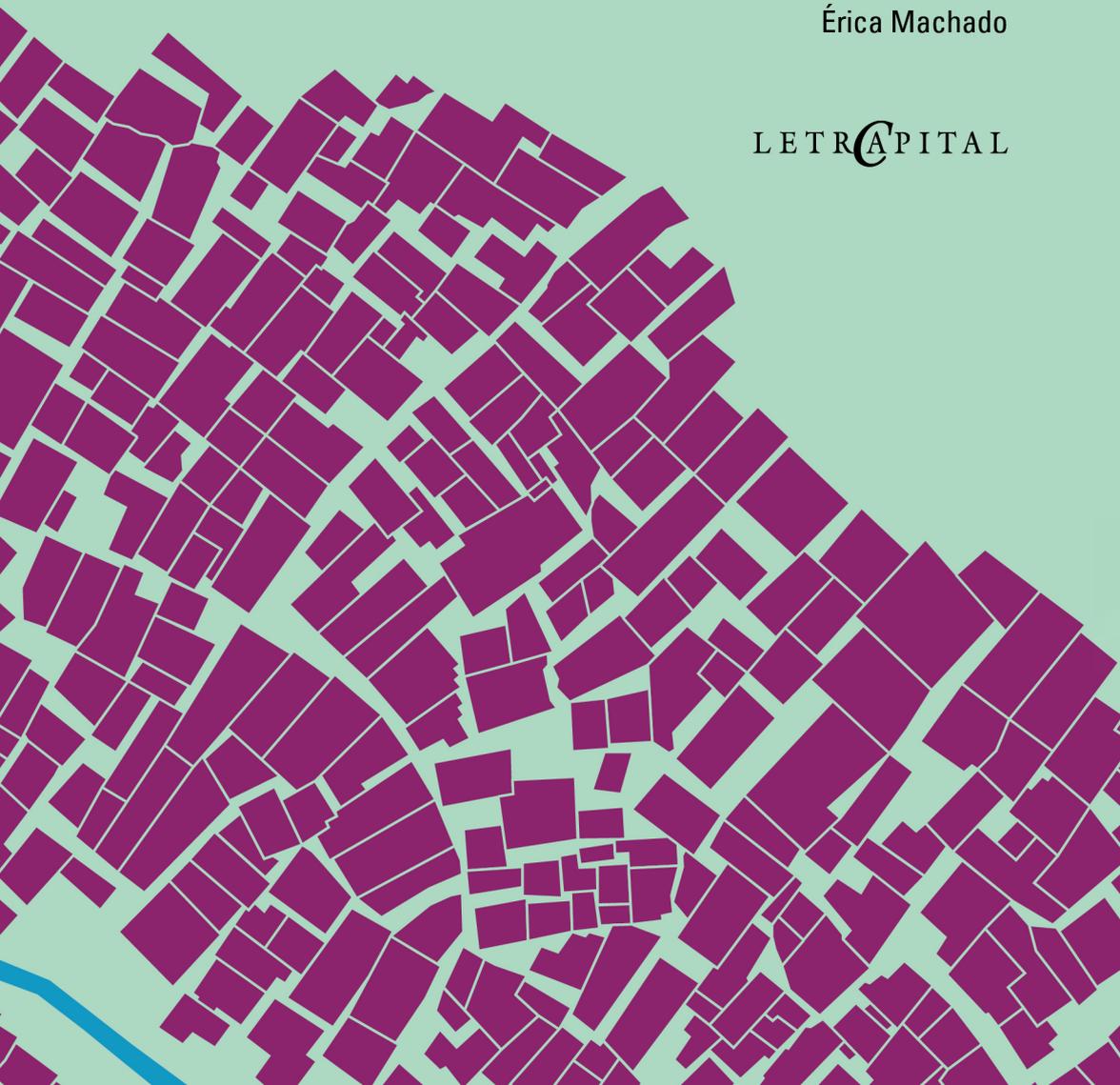


# A DIMENSÃO AMBIENTAL NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS

olhares críticos  
a partir da drenagem urbana  
nos projetos do PAC

organização  
Luciana Nicolau Ferrara  
Adauto Lucio Cardoso  
Érica Machado

LETRCAPITAL





**A dimensão ambiental  
na urbanização de favelas**

olhares críticos a partir da drenagem urbana  
nos projetos do PAC

Copyright © Luciana Nicolau Ferrara, Adauto Lucio Cardoso, Érica Cristine Medeiros Machado, 2022  
Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei 9.610 de 19 de fevereiro de 1998.  
Nenhuma parte deste livro poderá ser reproduzida por meio impresso ou eletrônico,  
sem a autorização prévia por escrito da Editora/Autor(es).

**Organização:** Luciana Nicolau Ferrara, Adauto Lucio Cardoso, Érica Cristine Medeiros Machado

**Revisão:** Pedro Bastos

**Capa, Projeto Gráfico e Editoração:** Lara Isa Costa Ferreira

**Coordenação da Editoração:** Érica Cristine Medeiros Machado

**Apoio técnico:** Ellen Emerich Carulli e Samuel Thomas Jaenisch

## **CIP-BRASIL. CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO SINDICATO NACIONAL DOS EDITORES DE LIVROS, RJ**

---

D578

A dimensão ambiental na urbanização de favelas : olhares críticos a partir da drenagem urbana nos projetos do PAC / organização Luciana Nicolau Ferrara, Adauto Lucio Cardoso, Érica Machado. - 1. ed. - Rio de Janeiro : Letra Capital, 2022.  
282 p. ; 23 cm.

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-89925-62-0

1. Programa de Aceleração do Crescimento - Brasil. 2. Favelas - Brasil - Aspectos ambientais.
3. Urbanização - Aspectos ambientais. 4. Escoamento urbano - Aspectos ambientais.
- I. Ferrara, Luciana Nicolau. II. Cardoso, Adauto Lucio. III. Machado, Érica.

22-75894

CDD: 307.33640981

CDU: 316.334.56(81)

---

Meri Gleice Rodrigues de Souza - Bibliotecária - CRB-7/6439

### **Observatório das Metrôpoles - IPPUR / UFRJ**

Coordenação Geral: Luiz Cesar de Queiroz Ribeiro

Av. Pedro Calmon, 550, sala 537, 5º andar - Ilha do Fundão

CEP: 21.941-901 - Rio de Janeiro, RJ | Brasil

Tel. | Fax +55 21 3938 1950

[www.observatoriodasmetropoles.net.br](http://www.observatoriodasmetropoles.net.br)

### **LEPUR - Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais**

UFABC - Universidade Federal do ABC

São Bernardo do Campo

Alameda da Universidade, s/n - Anchieta

CEP: 09606-045 - São Bernardo do Campo - São Paulo, SP | Brasil

+55 11 2320-6120

[www.lepur.com.br](http://www.lepur.com.br)

### **Letra Capital Editora**

Tels.: +55 21 3553 2236 | 2215 3781

[vendas@letracapital.com.br](mailto:vendas@letracapital.com.br)

**organização**

Luciana Nicolau Ferrara

Adauto Lucio Cardoso

Érica Machado

**A dimensão ambiental  
na urbanização de favelas**

olhares críticos a partir da drenagem urbana  
nos projetos do PAC



## SUMÁRIO

- 07 **Prefácio**  
Rosana Denaldi
- 11 **UM PANORAMA SOBRE A PESQUISA EM REDE  
E AS INTERFACES DA PAUTA AMBIENTAL  
com a política e os projetos de infraestrutura  
na urbanização de favelas**  
Luciana Nicolau Ferrara, Aduino Lucio Cardoso
- 43 **INTERFACES SOCIOAMBIENTAIS DA DRENAGEM  
COM A URBANIZAÇÃO DE FAVELAS  
estudos de caso das bacias dos córregos  
Ponte Baixa e Sapé, São Paulo-SP**  
Ellen Emerich Carulli, Érica Cristine Medeiros Machado,  
Luciana Nicolau Ferrara, Melissa Cristina Pereira Graciosa,  
Gustavo Oliveira da Silva Santos, Lyssandra Almeida Leite
- 85 **O COMPONENTE DRENAGEM  
EM URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS  
estudo de caso do Bolsão Audi-União, Curitiba, Paraná**  
Márcia Ferreira Prestes, Simone Aparecida Polli, Stella Maris da Cruz Bezerra,  
Ana Caroline Mezomo Carneiro, Letícia Giese de Andrade Cruz,  
Luan Henrique Rechetelo dos Santos, Raquel Guidolin de Paula
- 117 **URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS  
E O DESAFIO DA ABORDAGEM INTEGRADA  
A PARTIR DA DRENAGEM URBANA  
o caso da bacia da Ramadinha, Campina Grande (PB)**  
Érica Cristine Medeiros Machado, Bervylly Lianne de Farias Santos,  
Camila Silva dos Santos, Luma Gabriela Fonseca Alves,  
Maria Eduarda Barbosa da Veiga, Demóstenes Andrade de Moraes,  
Carlos de Oliveira Galvão

- MACRODRENAGEM E ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS** 157  
**na bacia da Estrada Nova, Belém (PA)**  
Juliano Pamplona Ximenes Ponte, Nayara Sales Barros,  
Beatriz Trindade do Nascimento, Ana Luísa de Oliveira Fernandez,  
Roberta Menezes Rodrigues, Josias da Silva Cruz,  
Cláudio José Cavalcante Blanco, Camilla Leandra Araújo dos Santos
- A DIMENSÃO AMBIENTAL DAS INFRAESTRUTURAS** 211  
**DE DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO**  
**DE FAVELAS DO RECIFE**  
**o caso do Prometrópole**  
Fabiano Rocha Diniz, Tássia dos Anjos Tenório de Melo,  
Alice Caroline Rocha Acosta Lancellotti, Camilla Felipe de Barros
- A COMPONENTE DA DRENAGEM** 253  
**NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**  
**cenários para a integração,**  
**resiliência e sustentabilidade**  
Melissa Cristina Pereira Graciosa



## PREFÁCIO

Rosana Denaldi

No Brasil, uma grande parcela da população reside em assentamentos precários do tipo favelas e seus assemelhados. E parte significativa dessa ocupação ocorre em fundos de vale de bacias urbanas e áreas ambientalmente protegidas, como as margens de cursos d'água. O tratamento desse problema requer conciliar a urbanização e a garantia do Direito à Moradia com soluções que visem à qualificação ambiental. Contudo, alcançar esse objetivo – isto é, incorporar a dimensão ambiental nas intervenções em assentamentos precários – ainda configura um desafio.

Ao longo das últimas décadas, a política de urbanização de favelas foi aprimorada e a abordagem do tipo 'urbanização integrada' buscou orientar as intervenções quanto à integração das favelas com a cidade e do tratamento conjunto das questões socioeconômicas, ambientais e urbanísticas. Entretanto, a despeito da relevância dos resultados das urbanizações na promoção da melhoria das condições de vida dos moradores de assentamentos precários, as intervenções nem sempre resultaram em ganhos ambientais.

Por um lado, a maioria dos projetos de urbanização de favelas prioriza a questão habitacional, tratando as infraestruturas como tema secundário e complementar à moradia. Por outro lado, muitas intervenções de macrodrenagem em cursos d'água não envolvem a urbanização dos assentamentos precários instalados ao longo deles e, na maioria das vezes, desconsideram o impacto gerado pelas obras. É comum adotar a concepção tradicional de soluções de drenagem, fundamentada na condução de vazões, tendo como elemento central o sistema viário, e não as águas urbanas. Além disso, tais intervenções, muitas das vezes, não contribuem para solucionar os problemas de drenagem na escala dos assentamentos precários.

De forma geral, observa-se o tratamento desarticulado das infraestruturas e da drenagem dos demais componentes da urbanização de favelas. Essa desarticulação pode levar à manutenção das condições precárias ou causar impactos negativos em outras localidades da bacia hidrográfica.

Embora seja muito relevante para a qualificação dos assentamentos em termos ambientais e urbanos, esse tema ainda é tratado de forma limitada nos estudos e pesquisas do campo da habitação e da hidrologia urbana. Os autores deste livro buscaram avançar nessa agenda, contribuindo no preenchimento de uma lacuna nos estudos de urbanização de favelas e drenagem urbana. Por meio de uma pesquisa em rede, produziram o estudo “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários”, cujos resultados estão registrados nesta publicação.

Tal estudo teve como objetivos identificar, tipificar e avaliar criticamente projetos e obras de urbanização de favelas que foram objeto do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) e nos quais o manejo de águas pluviais e a drenagem urbana foram centrais e estruturadores da intervenção. Em outras palavras, com foco nas intervenções em drenagem, buscou-se analisar a relevância desse componente para tratar a dimensão ambiental na urbanização. Cabe registrar que o estudo foi desenvolvido no âmbito do programa de pesquisa “As metrópoles e o Direito à Cidade: conhecimento, inovação e ação para o desenvolvimento urbano - Programa de Pesquisa da Rede Observatório das Metrópoles” – subprojeto “Direito à Cidade e Habitação”, promovido pelo Observatório das Metrópoles, dentro do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) do CNPq. É decorrência da pesquisa

intitulada “Direto à Cidade e Habitação: um balanço do PAC – Urbanização de Favelas”, desenvolvida no âmbito do mesmo programa e finalizada em 2018. Tais iniciativas partiram da constatação de que era necessário ampliar o conhecimento sobre os processos de urbanização de favelas e, em especial, avaliar as intervenções PAC-UAP em diferentes cidades a partir da incorporação de dimensões de análise ambiental e de infraestruturas nas favelas.

Assim sendo, um estudo engajado em analisar questões habitacionais e ambientais não poderia deixar de ser elaborado por meio de uma abordagem interdisciplinar, envolvendo pesquisadores com diferentes formações. Essa foi a estratégia adotada pela rede para o desenvolvimento da pesquisa, que contou com 37 pesquisadores entre docentes e discentes de graduação e pós-graduação oriundos de cinco universidades federais. Os autores do livro possuem formação em Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental e Urbana, além de Engenharia Civil com especialização em engenharia hidráulica. São raros os estudos no campo da habitação e urbanização de favelas que reúnem pesquisadores com essas formações tão interdisciplinares. Portanto, a composição da equipe, somada ao perfil e à experiência dos autores, possibilitou a produção de uma análise integrada dos aspectos urbanísticos, ambientais, de saneamento e sociais envolvidos com a temática do estudo, utilizando-se ferramentas técnicas e projetuais da engenharia hidráulica para aferir como o problema das inundações foi solucionado nos casos estudados.

Pode-se dizer que, em alguma medida, as intervenções analisadas neste livro elevaram a qualidade de vida dos moradores dos assentamentos precários. Por outro lado, as intervenções seguiram a tendência de se adotar soluções convencionais em detrimento de soluções alternativas, desconsiderando abordagens mais abrangentes que levassem em conta as dimensões social e habitacional da drenagem urbana e das demandas de mobilidade. Pode-se extrair dos estudos de caso apresentados e analisados muitos aprendizados visando à ampliação do alcance das intervenções e à melhoria da qualificação ambiental e urbana no âmbito das urbanizações de favelas.

Os autores dos capítulos que apresentaram os estudos de caso, além de produzirem diagnósticos e registrarem os problemas identificados, também buscaram apontar estratégias para superá-los. Além disto, o livro traz um capítulo final dedicado à apresentação de premissas para a proposição de abordagens integradas, buscando incorporar elementos de projeto e dimensionamento das

soluções de drenagem voltados a intervenções que contemplassem as especificidades locais e a integração com outras dimensões da urbanização.

Estou convencida de que este livro é uma importante contribuição para o debate sobre o tema das infraestruturas e seu papel na qualificação ambiental e urbana dos assentamentos precários. E também para o aprimoramento das intervenções por meio da adoção de uma abordagem interdisciplinar que valorize a presença da água na cidade, tanto na escala da bacia hidrográfica quanto na escala dos assentamentos precários.

# UM PANORAMA SOBRE A PESQUISA EM REDE E AS INTERFACES DA PAUTA AMBIENTAL

com a política e os projetos de infraestrutura  
na urbanização de favelas

Luciana Nicolau Ferrara  
Adauto Lucio Cardoso

Nos últimos 20 anos, período recente das políticas de urbanização de favelas no Brasil, o Programa de Aceleração do Crescimento<sup>1</sup> na modalidade voltada aos Assentamentos Precários (PAC-UAP) foi um importante marco no Brasil a partir de 2007 devido à sua abrangência nacional, ao volume investido e à quantidade de projetos realizados em 1.947 municípios (BRASIL, 2018). Segundo os relatórios governamentais sobre o programa (idem, p. 44), de 2007 a 2018, foram investidos R\$ 28,4 bilhões<sup>2</sup> em 3.343 empreendimentos do PAC-UAP (sendo que 79,4% deles estão concluídos) em todos os estados da federação. O programa visou à melhoria da infraestrutura e, consequentemente, das condições de habitação e mobilidade em assentamentos precários em centros urbanos (Idem, ibidem).

1. O Programa de Aceleração do Crescimento teve como propósito promover a retomada do planejamento e execução de grandes obras em três eixos de investimento: infraestrutura social e urbana, infraestrutura energética e infraestrutura logística. Para isso, o programa se organizou em diferentes modalidades. O PAC-UAP e o PAC-PAR foram parte do eixo de infraestrutura social e urbana, junto com ações do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV), Saneamento, Recursos Hídricos, Luz Para Todos, Mobilidade Urbana, Infraestrutura Turística, Pavimentação e Cidades Históricas.
2. Inclui recursos do Programa Minha Casa Minha Vida (a partir de 2011, com o PAC 2) vinculados à urbanização. No PAC 1, a produção habitacional era viabilizada no âmbito da mesma contratação e a gestão ficava a cargo do município, encontrando dificuldades para a sua concretização (CARDOSO; DENALDI, 2018, p. 40).

**Luciana Nicolau Ferrara** é docente da Universidade Federal do ABC, coordenadora da rede de pesquisa, pesquisadora do Observatório das Metrópoles e do Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais (Lepur/UFABC). **Adauto Lucio Cardoso** é professor Titular da Universidade Federal do Rio de Janeiro, pesquisador do Observatório das Metrópoles.

Outra modalidade que estabelece interface com os assentamentos precários é o PAC Prevenção de Áreas de Risco (PAC-PAR), cujo objetivo foi a prevenção de deslizamentos, estabilização e contenção de encostas e redução de áreas vulneráveis, o que incluiu recursos para obras de drenagem urbana, mas não exclusivamente em favelas. O PAC-PAR contempla 563 empreendimentos como obras de drenagem, de contenção de encostas e de cheias, com investimentos de R\$ 18,2 bilhões (sendo que 46,7% deles estão concluídos) em todo o período no país. Em 2018, ambas as modalidades possuíam obras em andamento e, após esse ano, não há mais informações publicadas (Idem, p. 52).

Este livro faz parte de um projeto coletivo que visa a aprofundar a avaliação do PAC-UAP em seus diferentes aspectos, buscando promover avanços em uma agenda de pesquisa relevante para a sociedade e para as cidades brasileiras. Especialmente em um contexto no qual, a partir de 2013, o programa foi interrompido e os recursos federais não foram mais destinados a novos projetos de urbanização de favelas. Esse recuo do governo federal coloca maiores dificuldades e desafios para a realização da política pública habitacional estadual e municipal. E, também, para a pauta de reivindicação dos movimentos de moradia em um contexto de múltiplas crises ao qual se somou a pandemia da Covid-19 a partir de 2020.

A pesquisa que deu origem a este livro integra uma rede nacional que desenvolveu o projeto “As metrópoles e o Direito à Cidade: plataforma de conhecimento, inovação e ação para o desenvolvimento urbano – Programa de Pesquisa da Rede Observatório das Metrópoles 2015-2020”, submetido à Chamada INCT – MCTI/CNPq/CAPES/FAPS nº 16/2014, subprojeto “Direito à Cidade e Habitação”, dentro do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) do CNPq, sob a coordenação geral de Aduino Lucio Cardoso.

O subprojeto Direito à Cidade e Habitação foi construído dentro do programa de pesquisa da rede Observatório das Metrópoles/INCT, partindo de uma avaliação que identificava o período 2003-2016 como um momento de culminância do ciclo de reforma social deflagrado a partir da promulgação da Constituição, em 1988, e que foi colocado em xeque pela “inflexão ultraliberal” que irá caracterizar as políticas sociais e econômicas a partir de 2016 (RIBEIRO, 2017). Essa análise levou à definição de um dos objetivos centrais

da pesquisa, qual seja, o de realizar uma ampla avaliação das políticas desenvolvidas dentro do ciclo lulista, buscando identificar avanços, inflexões, limites, ambiguidades e contradições.

O primeiro resultado desse projeto foi o livro “Urbanização de favelas no Brasil: um balanço preliminar do PAC” (2018), organizado por Adauto Lucio Cardoso (UFRJ) e Rosana Denaldi (UFABC). O livro consubstanciou-se de forma inédita em um esforço de sistematização de dados para caracterizar os principais investimentos em urbanização de favelas com recursos do PAC (PAC 1 e PAC 2), realizados em cidades de maior porte e com representatividade regional. Contudo, como lembram os autores, essa opção necessariamente deixou de fora outros aspectos relevantes a serem investigados sobre o programa (CARDOSO; DENALDI, 2018).

Assim, após a conclusão do primeiro livro, a rede elencou dois temas relevantes para a continuidade da agenda da pesquisa sobre urbanização de favelas. Um eixo voltou-se para a análise institucional e das trajetórias das políticas municipais de urbanização de favelas, coordenado por Madianita Nunes da Silva (UFPR), Rosana Denaldi (UFABC) e Adauto Lucio Cardoso (UFRJ). O outro eixo voltou-se para a dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas, considerando não apenas a grande quantidade de favelas situadas em áreas de proteção ambiental, mas também a importância que as obras de infraestrutura, em especial as de drenagem e intervenções em corpos d’água, assumiram nas intervenções identificadas na primeira etapa do projeto. Assim, a rede de pesquisa “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários” foi criada no Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional - Enanpur 2019, em Natal, como desdobramento e continuidade da pesquisa sobre o Balanço do PAC Urbanização de Assentamentos Precários.

A rede foi composta por 37 pesquisadores entre professores, pós-graduandos e graduandos de cinco universidades federais: Universidade Federal do ABC (UFABC), Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Universidade Federal do Pará (UFPA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG) e Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), e coordenada por Luciana Nicolau Ferrara (UFABC). Os trabalhos foram desenvolvidos

entre 2019 e 2021 voluntariamente pelas equipes, pois o projeto não obteve financiamento. Em 2020, foram impostas diversas restrições às pesquisas devido à pandemia da Covid-19, o que comprometeu a realização de encontros presenciais da rede, o trabalho de campo, as entrevistas presenciais, o contato com as comunidades das áreas estudadas, entre outros problemas. Apesar disso, a rede manteve os trabalhos, que passaram a ser realizados de forma colaborativa e remota.

A pesquisa teve como objetivos identificar, tipificar e avaliar criticamente projetos e obras de urbanização de favelas que foram objeto do Programa de Aceleração do Crescimento – Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), e nos quais o manejo de águas pluviais e a drenagem urbana foram centrais e estruturadores da intervenção. O tema das infraestruturas é tratado, então, como importante elemento de análise sobre a qualificação dos assentamentos em termos ambientais e urbanos.

Os estudos de caso pesquisados (**Figura 1**) foram: em São Paulo (UFABC), os projetos da Favela do Sapé e do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia; em Campina Grande (UFCG), o projeto para a bacia da Ramadinha; em Belém do Pará (UFPA), o projeto para a bacia da Estrada Nova; em Curitiba (UTFPR), o projeto para o bolsão Audi-União; e em Recife (UFPE), o projeto para a bacia do rio Beberibe. Apenas o estudo de caso do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia refere-se ao PAC-PAR, denominado pelo município de São Paulo como PAC-Drenagem (e está assim referido neste livro). Isso deve-se à intenção de se pesquisar se houve diferenças ou não na concepção de drenagem entre um projeto de drenagem enquanto diretriz de mobilidade responsável por remover diversas favelas e outro cuja concepção de drenagem se propunha a urbanizar a favela.

Neste livro, empregou-se o termo “favela” pelo fato de este já estar consolidado nacionalmente e, assim, permitir uma generalização analítica. No entanto, reconhece-se que, local ou regionalmente, os chamados assentamentos precários ou populares podem assumir diferentes nomenclaturas e particularidades de ocupação, como as baixadas, os mocambos, as palafitas, entre outros. Já o termo “urbanização de favelas” refere-se à política de intervenção pública nesses diferentes assentamentos.

A fim de situar os estudos de caso no conjunto das intervenções realizadas, a **Tabela 1** sintetiza a quantidade de intervenções e os recursos totais realizados



**Figura 1. Localização dos estudos de caso da rede de pesquisa.**

**Elaboração:** Ellen Emerich Carulli (2021).

pelo PAC-UAP (que incluem obras de drenagem) e pelo PAC-Drenagem nos municípios analisados para o período de 2015 a 2018. Observa-se que, com exceção de Curitiba, nos demais municípios, ocorreu um investimento maior nas obras do PAC-UAP em relação às do PAC-Drenagem. Apenas em Curitiba os investimentos do PAC-Drenagem foram superiores, representando mais de quatro vezes o valor do PAC-UAP, embora o quantitativo de obras tenha sido inferior.

Além desta introdução, este livro está organizado em cinco capítulos sobre os estudos de caso desenvolvidos por cada equipe da rede de pesquisa e mais um capítulo que aponta reflexões finais sobre o debate proposto no livro. Este último capítulo levanta cenários prospectivos para projetos de drenagem urbana na urbanização de favelas, apontando seus limites atuais e desafios para projetos futuros.

**Tabela 1.** Resumo quantitativo e recursos totais das intervenções de drenagem realizadas pelo PAC-Drenagem e PAC-UAP em cada município (2015-2018).

MUNICÍPIO	PAC-UAP		PAC-Drenagem		TOTAL
	QTD	Valor (milhões R\$)	QTD	Valor (milhões R\$)	Valor (milhões R\$)
<b>São Paulo</b>	11	2.009,60	10	1.425,42*	<b>3.435,02</b>
<b>Curitiba</b>	15	145,12	12	613,14*	<b>758,26</b>
<b>Recife</b>	13	628,71*	8	200,49	<b>829,20</b>
<b>Belém</b>	15	644,64	2	193,42	<b>838,07</b>
<b>Campina Grande</b>	3	98,84	0	-	<b>98,84</b>
<b>TOTAL</b>	<b>57</b>	<b>3.526,91</b>	<b>32</b>	<b>2.432,47</b>	<b>5.959,38</b>

\*excluídos os empreendimentos em fase de licitação

**Fonte:** Elaborado por Érica Machado a partir dos dados do Balanço do PAC 2015-2018. Informações disponíveis no website: <http://www.pac.gov.br/>, acesso em 28 set. 2021.

Nesta introdução, além da apresentação da pesquisa em rede, são apresentadas as ideias e os conceitos-chave mobilizados no livro sobre a dimensão ambiental e as infraestruturas e na urbanização de favelas, recuperando brevemente como essa pauta foi tratada na política pública. Desta forma, pretende-se situar, na política de urbanização de favelas, como a questão ambiental foi incorporada em termos discursivos e práticos, chegando ao momento de realização do PAC-UAP. Em seguida, são apresentados os objetivos e a metodologia comum adotada pela rede de pesquisa, a síntese das principais conclusões dos estudos de caso e, nas considerações finais, são apontadas as principais conclusões visando a colaborar com o aprimoramento das urbanizações de favelas no Brasil.

## **A DIMENSÃO AMBIENTAL NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS E AS INFRAESTRUTURAS**

A partir da década de 1970, entraram em pauta no debate internacional a questão ambiental, com a realização da Cúpula da Terra, de 1972, e também as novas formas de enfrentamento do problema das favelas, superando o paradigma da erradicação, como ficou evidenciado nas conclusões da I Conferência do Habitat, realizada em 1976 (CARDOSO, 2002). Essas mudanças se refletiram nos modelos de atuação dos organismos multilaterais, como a ONU, o Banco Mundial e o BID, e também na emergência de políticas públicas em diversos países. No Brasil, foram criadas uma importante legislação e um sistema de controle e proteção ambiental pelo governo federal. Ao mesmo tempo, a política de erradicação de favelas foi abandonada em 1975 e substituída, em 1978, por um programa de urbanização, o PROMORAR, ainda sob a égide do Banco Nacional de Habitação (BNH).

Essa tendência se consolidou em 1988 com a promulgação da nova Constituição, que contemplou tanto o direito ao meio ambiente equilibrado quanto estabeleceu os princípios da função social da cidade e da propriedade, que visam à garantia do direito da população residente em favelas de permanência em seus locais de moradia. Os princípios e instrumentos aprovados na Constituição se consolidaram nas legislações subnacionais, como as constituições estaduais, as leis orgânicas e os planos diretores municipais elaborados no início da década de 1990 (CARDOSO; RIBEIRO, 2000).

Embora tenham se desenvolvido de forma paralela, a literatura mostra que essas duas áreas disciplinares e políticas partiram de paradigmas diferentes, levando a alguns conflitos que repercutiram em visões diferenciadas de prioridades nas políticas públicas (COSTA, 2008). Esses conflitos surgiram na medida em que a existência ou a expansão de territórios de favelas ameaçassem áreas de proteção ambiental. No que diz respeito mais especificamente à temática tratada nesta pesquisa, o conflito emergiu principalmente no caso de favelas ou outros assentamentos ocuparem Áreas de Preservação Permanentes (APPs) ou Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM).

No caso das APPs, foi estabelecida uma resolução do CONAMA (nº 369/2006) que passou a aplicar os dispositivos do Código Florestal de 1965 (Lei nº 4.771/1965) às áreas urbanas. Quanto à ocupação das APRMs, Denaldi e Ferrara (2018, p. 01) mostram, com base no Plano Local de Habitação de

2016, que, no município de São Paulo, existem 830.192 domicílios em assentamentos precários (entre favelas e loteamentos clandestinos ou irregulares). “Desse universo, 684 assentamentos são ocupados por 171.771 domicílios, todos localizados em Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais (APRM), nas bacias hidrográficas Guarapiranga e Billings”.

A regulamentação ambiental vigente desde a década de 1970, nesses casos, implicou na impossibilidade de se efetivar a regularização fundiária e a urbanização de favelas situadas dentro dos limites das faixas de preservação definidas pela legislação estadual. Isto só veio a ser transformado posteriormente, a partir de 2006, com a publicação das leis estaduais específicas para as bacias hidrográficas que previram instrumentos de regularização e recuperação ambiental dos assentamentos precários<sup>3</sup>.

Denaldi e Ferrara (2018) apontam também que, por outro lado, os programas de urbanização de favelas, nas suas primeiras experimentações, realizadas ainda na década de 1980, ignoravam a questão ambiental. Adotavam soluções técnicas convencionais que não consideravam questões de sustentabilidade, fosse em relação ao próprio assentamento, fosse em relação ao seu entorno ou, por exemplo, em relação às bacias hidrográficas em que esses assentamentos se inserem.

A partir de iniciativas de diálogos entre setores acadêmicos e técnicos dos dois campos<sup>4</sup> – ambiental e urbano –, os conflitos acima apontados foram sendo revistos e caminhou-se no sentido tanto da incorporação de uma sensibilidade social pelos ambientalistas quanto da incorporação de temas como a sustentabilidade ou a justiça ambiental pelo campo do planejamento urbano (ACSELRAD, 2010).

Neste sentido, ocorreram mudanças importantes na legislação referente à regularização fundiária, que passou a flexibilizar os parâmetros de definição de APPs em margens de corpos d’água, viabilizando a regularização e a urbanização em muitos casos. A destacar, além dos dispositivos do Estatuto das

---

3. Trata-se das leis nº 12.233/2006, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Guarapiranga, e nº 13.579, que define a Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais da Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings, seguidas das demais leis para as sub-bacias hidrográficas da RMSP.

4. Um exemplo desse diálogo foi a realização de seminários nacionais voltados especificamente para a discussão das APPs urbanas realizados sob a responsabilidade da ANPUR em 2007 (na FAUUSP), em 2012 (na UFRN) e em 2014 (na UFPA).

Cidades (Lei nº 10.257/2001), a Lei nº 11.977/2009 estabeleceu a possibilidade de regularização de assentamentos situados em APPs ou em APRMs. A mudança foi corroborada pelo novo Código Florestal (nº 12.651/2012) e mantidas na Lei nº 13.465/2017 que também dispõe sobre regularização fundiária urbana. Em resumo, a flexibilização das faixas de APP somente seriam admitidas mediante projeto de urbanização que comprovasse a melhoria da qualidade ambiental do assentamento.

Com relação à incorporação dos parâmetros ambientais em projetos de urbanização de favelas, Denaldi e Ferrara (2018, p. 06), identificam que:

**Não há um conjunto de parâmetros específicos para a promoção ou comprovação dos ganhos ambientais amplamente reconhecidos e praticados. Mas, é possível dizer que a melhoria das condições ambientais está relacionada com um conjunto de ações: provisão de saneamento integrado; recuperação das margens de curso d'água; aumento do percentual de áreas comuns e livres; adequação de densidade e eliminação de situações de insalubridade das moradias; aumento das áreas permeáveis; eliminação e recuperação de áreas de risco.**

A partir da análise de casos na região do grande ABC, Denaldi e Ferrara (2018) identificam avanços importantes na incorporação desses temas em programas e projetos de urbanização. Porém, também assinalam muitas lacunas e insuficiências de projeto, de gestão ou de execução que precisam ser superadas para atingir padrões de urbanização dos assentamentos que atendam tanto aos requisitos de urbanidade quanto aos de sustentabilidade e justiça ambiental.

A proposta do PAC-UAP é elaborada como continuidade dessa trajetória de mudanças de regulação e de práticas de projeto. O programa se baseou na urbanização integrada e na melhoria da qualidade ambiental dos assentamentos, direcionando investimentos para áreas ambientalmente protegidas. Os estudos de caso deste livro aprofundarão a reflexão sobre *se e como* esses objetivos foram alcançados.

No que diz respeito às infraestruturas, elas assumem centralidade no debate ambiental, pois as favelas se caracterizam, no sentido da materialidade do ambiente construído, como espaços em que a emergência da necessidade por

moradia pela população de baixa renda e as insuficientes alternativas públicas de acesso à habitação fizeram com que extensas ocupações de terra ocorressem sem a provisão de infraestruturas na sua origem. Ao mesmo tempo, as favelas expressam a desigualdade na provisão de infraestruturas em termos mais amplos no processo de urbanização. Nesse processo, as infraestruturas historicamente se concentraram, como resultado da ação de investimentos públicos e de interesses privados, em regiões de maior valorização imobiliária, em que atuam setores econômicos e habita a população “solvente”, com capacidade de pagamento pelos serviços e com maior possibilidade de influência sobre as decisões do setor público.

Assim, seja na urbanização que deriva da produção imobiliária extensiva, caracterizada pelo crescimento em direção às franjas com a incorporação de áreas periféricas, e de uma “urbanização sem urbanismo”, definidora da expansão urbana até meados dos anos 1970; seja na dinâmica intensiva, que passou a definir o crescimento urbano a partir dos anos 70, com a construção de novas centralidades e produtos imobiliários, configurando “um urbanismo sem urbanização” (PEREIRA, 2005, p. 7) e que se mantém até hoje, as favelas são os espaços de precariedade. Essa precariedade está em grande parte associada à ocupação de áreas ambientalmente protegidas, como as margens dos cursos d’água e de mananciais, bem como aos *déficits* de saneamento e à ausência de equipamentos e de espaços livres e verdes, configurando um padrão de urbanização rebaixado em relação ao restante da cidade.

As infraestruturas são elementos privilegiados para o debate ambiental na urbanização de favelas também por estabelecerem as interfaces entre as condições de qualidade do ambiente construído, os espaços livres (inclusive os cursos d’água), a saúde pública e as formas de apropriação espacial pela população. A grande quantidade de favelas em fundos de vale, margens de córrego e baixadas, por vezes, configurando áreas de risco à inundação, sem saneamento ou com saneamento incompleto, torna essa situação prioritária para ser solucionada em projetos de urbanização desses assentamentos.

A rede de pesquisa buscou avançar nessa agenda, contribuindo para preencher uma lacuna nos estudos de urbanização de favelas. Grande parte das pesquisas prioriza o desenho da política de urbanização ou a solução habitacional, relegando as infraestruturas ao tratamento setorial ou secundário, ou seja, à sua função complementar à moradia.

Assim, a análise crítica de projetos e obras de drenagem em urbanização de favelas, considerando a concepção do projeto e os resultados pós-obra, foi definida como o cerne das pesquisas aqui apresentadas. O problema da investigação teve como ponto de partida o reconhecimento de que, mesmo em áreas que passaram por projetos e obras de urbanização, nem sempre as intervenções resultam em ganho de qualidade urbanística e ambiental significativa. Ainda que a provisão de infraestrutura para esses territórios seja fundamental, o modo como são implementadas faz com que parte da precariedade se mantenha ou novas formas de precariedade sejam produzidas, mesmo após a realização de obras. Em outras palavras, os projetos e recursos não abrangem a totalidade das complexidades socioambientais e urbanas envolvidas numa favela, e não consideram que esse território é dinâmico e se altera rapidamente.

Em termos de estrutura física e da integração da favela com seu entorno, é crucial considerar que as favelas têm se tornado tecidos urbanos adensados em termos construtivos e populacionais. Suas dimensões variam, mas, cada vez mais, se formam complexos de favelas de grandes dimensões; a melhoria da inserção urbana demanda obras de maior porte, com necessária estruturação viária e de circulação; as obras de infraestrutura geram altas porcentagens de remoção (acima de 40% dos domicílios) devido ao adensamento populacional, ao passo que as remoções demandam novas áreas para reassentamento; as soluções de espaços de uso público e coletivo e a presença de equipamentos públicos variam com a disponibilidade de espaço, caso a caso; as moradias que permanecem pós-obras raramente são foco prioritário de melhorias habitacionais; e não há manutenção após finalizadas as obras.

Esses elementos são produzidos por decisões econômicas e políticas e compõem o que, neste trabalho, é considerada a dimensão ambiental na urbanização de favelas. Ou seja, a dimensão ambiental não está restrita à abordagem dos conflitos gerados pela ocupação de áreas protegidas pela legislação ambiental, ainda que tais conflitos sejam parte relevante do problema e signifiquem mais uma camada de complexidade no tratamento dessas áreas. O entendimento da temática adotado pela rede salienta que a dimensão ambiental é, de fato, multidimensional e abrange as condições de reprodução da vida humana e não humana no espaço da favela, e na relação entre a favela e a cidade.

No sentido mais amplo, a cidade e a favela são sócio-naturezas (SWYNGEDOUW, 2006) transformadas pela urbanização capitalista na qual a produção do espaço tem servido, prioritariamente, à produção e reprodução do capital, e não às

condições necessárias para a reprodução da vida. A crise ambiental se expressa na cidade por meio das desigualdades socioterritoriais e injustiças ambientais. Isto é, os impactos negativos desse processo atingem de forma mais intensa as populações de baixa renda, predominantemente negras e grupos vulneráveis, o que está diretamente relacionado ao espaço da moradia.

Portanto, a dimensão ambiental, do ponto de vista da qualificação do ambiente construído na urbanização de favelas, depende da solução infraestrutural, mas essa qualificação não se limita à presença das redes e à uma solução estritamente técnica, pois seu funcionamento e apropriação se relacionam com o contexto social, urbano e ecológico de cada favela. Por exemplo, há uma importante interface entre a rede de drenagem, as redes de abastecimento de água e, principalmente, as redes de esgotamento sanitário e coleta de resíduos sólidos que, quando equacionadas, resultam na melhoria da qualidade das águas que chegam no córrego, e as possibilidades de transformá-lo de local de poluição e mau cheiro, negado pela população, em local apropriável, de lazer e convívio coletivo.

Contudo, as decisões técnicas e de projeto são mediadas por definições políticas e econômicas, resultando na forma como essas infraestruturas são implementadas, no modo como ocupam esses espaços e geram outros, na interface dessas infraestruturas com os demais elementos da urbanização, inclusive a participação social da comunidade em todas as etapas do projeto. Sendo assim, a dimensão ambiental na urbanização de favelas abrange aspectos sociais, técnicos, políticos, econômicos e culturais que não se dissociam.

Ao enfatizarmos a drenagem como elemento estruturante da urbanização de favela, iluminamos e exemplificamos a complexidade do tratamento da dimensão ambiental ao relacionarmos as intervenções nos corpos d'água urbanos, as redes construídas, a solução da moradia e dos espaços livres.

Essa abordagem busca valorizar a presença da água na cidade, na escala da bacia hidrográfica e na favela, e considera a drenagem e o manejo de águas pluviais como um conjunto de ações que devem ser concebidas e materializadas de forma integrada. Essas ações são: o controle de enchentes, a melhoria da qualidade das águas de Escoamento Superficial Direto (ESC), a revitalização ou requalificação de rios urbanos, a proteção contra erosão e assoreamento; a segurança para população residente contra enchentes, alagamentos, afogamentos, desmoronamentos e contaminação por águas poluídas;

a proteção contra futuras ocupações irregulares das várzeas; a ampliação dos espaços verdes urbanos, o controle de ilhas de calor (GRACIOSA et al., 2021).

Como abordado adiante, uma das conclusões da pesquisa em rede é que a drenagem comumente implementada na urbanização de favelas não contempla todos esses elementos, privilegiando uma concepção tradicional fundamentada na condução de vazões que, muitas das vezes, tem como elemento central o sistema viário (rodoviário), e não as águas urbanas, e que visa ao escoamento das águas a jusante.

Como toda a pesquisa, esse recorte temático também tem suas limitações, e importantes questões relacionadas à dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas ainda precisam ser desenvolvidas em trabalhos futuros. O enfoque da análise sobre os projetos e resultados das obras de drenagem (e sua relação com os outros elementos da urbanização de favelas no sentido de aferir a qualificação urbana e ambiental do ambiente construído) pode ser considerado uma parte dessa extensa agenda de pesquisa. Contudo, não foi possível avançar, por exemplo, no entendimento da atuação das empreiteiras, dos escritórios projetistas e na relação desses agentes com o poder público – municipal, estadual e federal – na definição das intervenções. Foi possível identificar quais foram as decisões de projeto, tecnologia e construção adotadas, que são mediadas por custos e por práticas de engenharia e arquitetura.

Contudo, ainda fica pendente a questão de como essas decisões são circunscritas e pautadas por objetivos de ganhos econômicos e/ou políticos, ou seja, como a urbanização de favela se insere na lógica da produção do espaço como parte da reprodução do capital - em particular, no setor da indústria da construção e obras públicas. Essa é uma agenda de pesquisa a ser explorada e que ganha relevância num contexto de ampliação das possibilidades de privatização em curso no país, em particular, no setor do saneamento (particularmente para abastecimento de água e esgotamento sanitário), com a publicação da Lei Federal nº 14.026/2020.

Outra agenda de pesquisa é justamente compreender os impactos das mudanças climáticas nas favelas, considerando a intensificação dos eventos extremos, as incertezas a eles relacionados, e como atingirão áreas urbanas com maior precariedade e vulnerabilidade. Entre outras questões, poderiam ser investigadas as seguintes questões: Como formular projetos nesse contexto? Quais parâmetros de urbanização e infraestrutura utilizar? Os projetos analisados neste

livro mostram que, em alguns casos, já seria necessário prever eventos de inundações mais intensos para planejar a realocação de moradias, por exemplo. O que isso significará em termos de necessidade de recursos financeiros e territoriais? Por mais que as mudanças climáticas já se apresentem como realidade, lidar com suas causas e consequências ainda está distante da agenda social e urbana no Brasil, especialmente quando se trata dos territórios populares.

Por fim, a questão que se coloca de forma contundente é como lidar com essa agenda e articulá-la às questões estruturais não solucionadas, como o acesso à moradia e ao saneamento básico, além da desigualdade de renda, o desemprego, o aumento da pobreza e da fome, que voltam a se aprofundar no país nos últimos anos. A forma de produzir cidades ao longo do século XX, que colaborou relevantemente para agravar a crise climática enfrentada atualmente, poderá ser transformada por essa pauta no século XXI?

Na perspectiva da produção do espaço (e na abordagem crítica das políticas públicas), a agenda de pesquisa sobre urbanização de favelas constitui um campo relevante de estudos, ações e militância na luta por espaços urbanos que superem injustiças socioambientais.

## METODOLOGIA

Para realizar a análise dos estudos de caso, a pesquisa em rede se estruturou a partir de uma metodologia comum aplicada aos estudos das intervenções selecionadas que estivessem com obras concluídas ou em andamento, e em cidades onde as equipes já desenvolvessem pesquisas prévias sobre urbanização de favelas. Buscou-se, também, garantir uma diversidade regional e diferentes configurações geográficas e características ambientais. Os projetos foram indicados pelas equipes nas seguintes localidades e os dados gerais sobre eles estão apresentados na **Tabela 2** a seguir.

Os estudos de caso são diversificados em termos de abrangência da bacia ou sub-bacia hidrográfica, área, número de domicílios e porte de investimentos. Os projetos da Favela do Sapé (São Paulo), do córrego Ponte Baixa e Jardim Leticia (São Paulo), da bacia da Ramadinha (Campina Grande) e da bacia da Estrada Nova (Belém) estão circunscritos na escala de microbacia. Já os projetos do bolsão Audi-União (Curitiba) e da bacia do rio Beberibe (Recife) estão inseridos em intervenções no contexto de unidades de bacias hidrográficas regionais e de abrangência metropolitana.

**Tabela 2. Informações dos estudos de caso.**

Cidade / Estado / Universidade	Bacia hidrográfica	Área da intervenção (Km <sup>2</sup> )	Número de domicílios ou famílias	Total investido (milhões de R\$)	Início / fim da obra
<b>São Paulo / SP / UFABC</b>	Sub-bacia do córrego Ponte Baixa	6,73	2.035 dom (antes da intervenção)	2.950 (PAC) e 1.750 (contrapartidas) <sup>a</sup>	2013/2018
<b>São Paulo / SP / UFABC</b>	Microbacia do córrego do Sapé	1,08	2.429 dom (antes da intervenção)	134,135 <sup>b</sup>	2010/em andamento
<b>Curitiba / PR / UTFPR</b>	Sub-bacia do rio Iguaçu	2,18	2.887 dom (antes da intervenção)	9,154 <sup>c</sup>	2005-2018
<b>Campina Grande / PB / UFCG</b>	Sub-bacia da Ramadinha	1,28	1.783 (famílias pós intervenção)	49,916 <sup>d</sup>	2007/em andamento
<b>Belém do Pará / PA / UFPA</b>	Bacia da Estrada Nova	9,42	65.143 hab (projeção)	66,417 <sup>e</sup>	2006/em andamento
<b>Recife / PE / UFPE</b>	Sub-bacia do Canal Farias Neves	0,26	660 famílias (pós intervenção)	160,707 <sup>f</sup>	2003/2012 paralisada

**Fonte:** Elaborado pelos autores a partir de informações fornecidas pelas equipes, em 2021.

**a.** Fonte: 7º Balanço do PAC 2015-2018. Disponível em <http://www.pac.gov.br/>, acesso em 15 out. 21.

**b.** Fonte: 7º Balanço do PAC 2015-2018. Disponível em <http://www.pac.gov.br/>, acesso em 15 out. 21.

**c.** Fonte: Contrato nº 0187559/81/2005 PAC-UAP Projeto Bolsão Audi-União (R\$ 5.557.500,00 OGU + contrapartida do município de R\$ 3.596.912,25). O bolsão também recebeu recursos do contrato nº 0226009/68/2007 PAC-PPI Projeto Bacia do Rio Iguaçu (R\$ 13.368.026,40 OGU mais contrapartida de R\$ 3.342.006,60 totalizando R\$ R\$16.477.656,09) executado entre 2007 e 2021. Porém, não foi possível aferir com precisão apenas o valor aplicado na área de estudo.

**d.** PAC-UAP / Caixa Econômica Federal.

**e.** Fonte: site do PAC, consulta por município. Disponível em: <http://www.pac.gov.br/>, acesso em 15 out. 21.

**f.** Valores investidos pelo PAC-UAP para complementar as intervenções do Prometrópole - Bacia do Beberibe - UE 03, 04, 08, 17, 19, 20, 21 e diversas comunidades.

Com exceção da intervenção no córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia, em São Paulo<sup>5</sup>, as demais áreas já haviam passado por intervenções anteriores ao PAC-UAP, desde obras de infraestrutura e drenagem a ações de regularização fundiária. Por se tratar de áreas inundáveis, todos os projetos previram remoções de áreas consideradas de risco, chegando em alguns casos a atingir 60% dos domicílios.

A primeira aproximação com estudos de caso foi feita a partir de uma leitura urbana e ambiental construída a partir de dados secundários. Como etapas necessárias ao entendimento dos projetos de intervenção, foram elaborados dois roteiros para levantamento de informações, sendo um para a realização da leitura socioterritorial e ambiental da bacia ou microbacia em estudo, e outro para a análise dos projetos, que contemplou a análise hidráulica e hidrológica. Esses roteiros serviram de orientação para as equipes, mas passaram por adaptações em função dos dados disponíveis e das características geográficas e urbanas próprias de cada local. As adaptações à metodologia aqui apresentada podem ser observadas nos respectivos capítulos de cada equipe.

O roteiro de leitura socioambiental considerou a escala da bacia hidrográfica em que a favela está situada e os componentes conforme **Quadro 1** a seguir.

Nessa leitura, a abordagem da bacia hidrográfica é relevante para o entendimento da área de drenagem em que a urbanização da favela foi realizada ao considerar tanto sua paisagem hidrográfica e fisiológica (SEVEGNANI; TORRES, 2014) quanto às transformações geradas pela urbanização, que alteraram essa paisagem ao longo do tempo, mudando a configuração topográfica, os cursos d'água, a permeabilização do solo, o desmatamento, dentre outros fatores que interferem de forma significativa nas suas características “naturais” e no regime hidrológico. Articula-se a essa caracterização dados básicos socioeconômicos que foram interpretados de forma conjunta com os padrões de uso e ocupação do solo de cada localidade.

---

5. A equipe da UFABC trabalhou com dois estudos de caso, sendo que o projeto da Favela do Sapé foi objeto do PAC-UAP e a obra no córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia foi objeto do PAC-Drenagem.

## Quadro 1. Síntese dos componentes da leitura urbana e ambiental.

### **a. Localização e definição da bacia hidrográfica de estudo:**

- a.1. Definição do limite da microbacia hidrográfica a partir da topografia e hidrografia, com a localização da favela estudo de caso. Esse recorte territorial serviu de referência para a espacialização dos demais dados.
- a.2. Levantamento temporal de fotos aéreas.

### **b. Aspectos físicos/naturais:**

- b.1. Hidrografia e delimitação de Áreas de Preservação Permanente - APPS.
- b.2. Declividade.
- b.3. Presença de vegetação e áreas verdes (identificação de corredores, manchas ou fragmentos).

### **c. Aspectos urbanos:**

- c.1. Uso do solo urbano.
- c.2. Levantamento dos assentamentos precários, favelas e núcleos urbanizados na bacia ou microbacia.
- c.3. Áreas de risco de inundação ou deslizamento.
- c.4. Estruturação viária, quadras, lotes, construções. (Se possível, com padrão construtivo).
- c.5. Presença e acesso aos equipamentos públicos (educação, saúde e cultura).
- c.6. Presença, proximidade e acesso às infraestruturas de saneamento (rede de água, rede de esgoto, rede de drenagem e outras estruturas relevantes como por exemplo piscinões).
- c.7. Informações referentes à legislação vigente:
  - Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e demais zoneamentos urbanos e ambientais incidentes,
  - Outras restrições ambientais de nível estadual ou federal pertinentes.

### **d. Aspectos socioeconômicos:**

Características socioeconômicas da população residente na microbacia e na favela específica:

- d.1. Número de assentamentos.
- d.2. Número de domicílios.
- d.3. Número de residentes.
- d.4. Rendimento mensal do chefe de família.
- d.5. Outras variáveis como composição de sexo, idade e raça.

Fonte: IBGE ou dados municipais, se houver.

A caracterização da bacia hidrográfica também é fundamental para os estudos da drenagem em particular. Nesse sentido, o conceito de bacia hidrográfica em área urbana aproxima-se dos estudos que visam à conservação dos recursos naturais (SCHIAVETTI; CAMARGO, 2002) quando se trata do manejo de águas urbanas, ainda que isso se apresente como um grande desafio multidisciplinar para as políticas urbanas e ambientais.

No Brasil, desde os anos 1990, há um conjunto normativo que estabelece a bacia hidrográfica como unidade de gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, o que também implica em processos políticos e de governança das grandes unidades de bacias hidrográficas e suas subdivisões. Neste livro, o enfoque prioritário é compreender como os projetos de urbanização de favela, em particular os de drenagem, consideraram a bacia hidrográfica nas concepções da intervenção, não avançando nos demais aspectos de planejamento e gestão das unidades maiores onde as áreas de estudo estão localizadas.

Para a análise das concepções de projeto da urbanização de favela, duas dimensões foram trabalhadas na pesquisa<sup>6</sup>. A análise conceitual das concepções de projeto se baseou em análise documental a partir de desenhos técnicos, memoriais descritivos, Estudos de Impacto Ambiental, complementada por entrevistas com técnicos municipais e profissionais contratados, quando foi possível. Com isso, buscou-se compreender as premissas e os condicionantes da solução técnica adotada na urbanização como um todo. Outra dimensão foi a análise da solução técnica de drenagem adotada por meio de um diagnóstico hidráulico e hidrológico que embasou a realização das modelagens. Esses aspectos estão sintetizados no **Quadro 2**.

Além da concepção e solução construtiva da intervenção no corpo d'água, os projetos de drenagem foram analisados a partir de modelagens hidráulica e hidrológica. Nesse sentido, a metodologia adotada na pesquisa foi inovadora ao buscar integrar ferramentas técnicas e projetuais da engenharia hidráulica para aferir a forma e a efetividade dos projetos de urbanização em relação a como solucionaram a questão das inundações. Usualmente, não se observam análises de urbanização de favelas que se aprofundam nesse sentido, pois são

---

6. Para mais detalhes sobre a metodologia adotada e as especificidades de cada equipe, consultar os relatórios de pesquisa disponibilizados no site no Lepur, na parte “pesquisas concluídas”, disponível em: [www.lepur.com.br](http://www.lepur.com.br).

**Quadro 2. Síntese dos componentes da leitura da concepção de projeto (1/2).**

- a. Levantamento das intervenções de drenagem realizadas na microbacia de estudo (identificação de padrões e atendimento da legislação vigente), situada em região metropolitana.**
- b. Detalhamento das intervenções de drenagem e especificidades urbanísticas propostas e realizadas nos assentamentos precários:**
  - b.1. Identificação dos agentes envolvidos na gestão da drenagem e condicionantes locais para as intervenções.
  - b.2. Análise da interface entre as técnicas de drenagem implantadas e as soluções habitacionais para as famílias moradoras de áreas sujeitas a alagamentos e inundações.
  - b.3. Análise da interface entre as técnicas de drenagem implantadas e outros elementos de urbanização (desenho urbano, sistema viário, redes de abastecimento de água, redes de esgotamento sanitário, espaços públicos etc).
  - b.4. Análise custo-benefício das técnicas de drenagem implantadas (informação obtida, quando possível, junto às prefeituras).
- c. Avaliação das condições hidrológicas gerais das microbacias e cursos d'água:**
  - c.1. Condições propícias à produção de sedimentos, lixo e esgoto (identificação das condições críticas).
  - c.2. Grau de impermeabilização.
  - c.3. Possíveis áreas de amortecimento na bacia.
  - c.4. Possíveis áreas de amortecimento no curso d'água.
- d. Diagnóstico da drenagem dos assentamentos:**
  - d.1. Análise da ocorrência de inundações a partir do relato de moradores e observações de campo.
  - d.2. Identificação das singularidades restritivas ao escoamento (pontes, travessias, bueiros etc.) e quantificação dos déficits nessas singularidades.
  - d.3. Tipificação das soluções construtivas adotadas na canalização. (cont.)

**Quadro 2. Síntese dos componentes da leitura da concepção de projeto (2/2).**

- d.4. Avaliação da condição estrutural e aspecto geral do curso d'água: ocupação de residências no leito do canal, condições das margens e fundo e do canal, processos visíveis de erosão e assoreamento, aspectos físicos gerais (presença de lixo/ entulho; vetores; esgoto). Avaliação das condições de escoamento do canal a partir de estudo hidráulico-hidrológico das vazões de cheia para cenários de planejamento (tempos de recorrência 10, 25 e 100 anos) e para cenários observados a partir de monitoramento na bacia (se houver). Avaliação da ocorrência de déficits hidráulicos (diferença entre a vazão afluente e a capacidade hidráulica do canal).
- d.5. Quantificação da mancha de inundação por meio de modelagem hidráulico-hidrológica (softwares HEC-HMS, HEC-RAS e/ou SWWM).
- d.6. Diagnóstico geral da ameaça, exposição e vulnerabilidade para a análise do risco.

**e. Avaliação da eficiência das intervenções realizadas nos assentamentos urbanizados:**

- e.1. Identificação dos impactos sociais e ambientais resultantes das intervenções.
- e.2. Levantamento das necessidades sociais atuais nos assentamentos urbanizados.
- e.3. Quantificação da redução do risco de inundação nas áreas propícias.

**f. Proposição de tipologia de intervenções:**

- f.1. Definição de novos cenários possíveis de intervenção para as áreas de estudo.
- f.2. Análise da eficiência hidráulica e ganhos socioambientais das alternativas.

Fonte: IBGE ou dados municipais, se houver.

restritas a um campo de especialização técnica<sup>7</sup>. Na pesquisa em rede, essa abordagem técnica e ao mesmo tempo integrada com outros aspectos da ocupação e da intervenção na favela, possibilitou uma melhor compreensão da intervenção e de seus limites, problematizando o tratamento das águas urbanas e seus impactos ambientais.

Para a realização da modelagem hidrológica, foi utilizado o modelo de chuva-vazão *Soil Conservation System* (SCS), que representa o processo pelo qual o volume de precipitação escoar e atinge os canais de macrodrenagem de uma bacia hidrográfica. Tem por finalidade fornecer as vazões, nos canais e galerias, resultantes de uma determinada chuva crítica de referência, chamada chuva de projeto (GRACIOSA, 2020). Para a simulação do modelo hidrológico, foi aplicado o *software* HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*), da plataforma HEC (*Hydrologic Engineering Center*).

A modelagem hidráulica tem por finalidade avaliar como as vazões são conduzidas pelos cursos d'água - rios, canais e galerias - se ocorre ou não o transbordamento e quais os níveis de inundação, caso ocorram. Esta modelagem utiliza os conceitos da modelagem hidráulica de canais, ou de condutos livres, que têm por principal característica a presença da pressão atmosférica atuando sobre a superfície da água em seção aberta ou até mesmo fechada (como trechos de canais de rios urbanos) (PORTO, 2006).

A modelagem hidráulica foi realizada utilizando o modelo de remanso (escoamento permanente gradualmente variado, em regime crítico, subcrítico e supercrítico) no *software* HEC-RAS (*River Analysis System*), da plataforma HEC (*Hydrologic Engineering Center*)<sup>8</sup>. O modelo de remanso (ou de curvas de remanso) é utilizado para definir as linhas d'água e verificar as capacidades de vazão em canais com características variáveis que conduzem a um escoamento gradualmente variado. Este é o modelo comumente utilizado na área da drenagem urbana para o dimensionamento e verificação da capacidade hidráulica da vazão dos canais (CANHOLI, 2014).

---

7. Para que as equipes da rede pudessem realizar as modelagens em seus estudos de caso, foram ministrados dois cursos de capacitação em 2020 pela Profa. Dra. Melissa Graciosa, especialista no tema e integrante da equipe da UFABC. A coordenação da realização das modelagens pelas equipes foi acompanhada por ela, bem como a concepção das análises.

8. Os *softwares* HEC-HMS e o HEC-RAS foram desenvolvidos pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos e são de acesso livre e gratuito.

Os resultados das modelagens foram apreciados considerando um conjunto de questões amplas relativas aos projetos de drenagem urbana. De modo geral, essas questões podem ser resumidas em: (i) compreender e quantificar o comportamento hidráulico-hidrológico do sistema de macrodrenagem local, identificando o volume, e vazões de cheia e as cotas da área de inundação; (ii) quantificar os volumes de *déficit* (diferença entre o volume de cheia e a capacidade da rede de drenagem local) e a extensão da mancha de inundação; (iii) mapear as edificações dentro da mancha de inundação; (iv) identificar potenciais áreas para a instalação de equipamentos de drenagem; e, (v) estudar os cenários possíveis que conciliem todos os objetivos da drenagem sustentável: proteção contra inundações, qualidade das águas de escoamento superficial, infiltração e recarga de aquíferos, resiliência frente a eventos extremos, (re)integração dos rios na paisagem urbana, manutenção e recuperação de nascentes, várzeas e matas ciliares (GRACIOSA; SANTOS; CARULLI et al., 2021).

Essas premissas, que também são desafios para projetos, assumem maior complexidade quando se trata das ocupações de favelas. A morfologia desses assentamentos, conforme descrito anteriormente, apresenta características e dinâmicas sociais próprias que precisam ser consideradas. Por isso, a criatividade e o entendimento das especificidades locais, aliados ao conhecimento hidrológico-hidráulico e das tecnologias disponíveis, em especial as metodologias alternativas em drenagem urbana que podem ser usadas de forma integrada aos sistemas convencionais, constituem o diferencial que irá viabilizar, ao final, conciliar demandas, limitações e resultados para o adequado manejo das águas pluviais.

Ao longo deste livro, foram mobilizadas outras abordagens da drenagem urbana contemporânea, tais como o chamado desenho urbano sensível à água (*Water Sensitive Urban Design - WSUD*), soluções alternativas ou compensatórias de drenagem, tais como as estruturas de infiltração, de biorretenção (jardins de chuva) e de aproveitamento das águas pluviais por meio do controle na fonte, soluções baseadas na natureza e o paradigma dos parques lineares ou fluviais (TRAVASSOS, 2010). Estes últimos têm em comum propor novas formas de conceber e projetar a drenagem urbana, priorizando a infiltração das águas de chuva no solo, o desenho de sistemas integrados à paisagem e a valorização do espaço público. Isso não significa que essas alternativas sejam plenamente suficientes para substituir as técnicas convencionais, mas podem qualificar e

contribuir para promover mudanças de paradigma no tratamento das águas urbanas em geral e nas favelas, em particular.

Destaca-se que a ferramenta da modelagem se mostrou importante não apenas para servir como instrumento para projetar, mas também com grande potencial para se avaliar projetos. Neste sentido, a capacitação de órgãos públicos no uso de *softwares* como os utilizados na pesquisa poderia auxiliar em procedimentos de análise de projetos, processos de licenciamento ambiental e no diálogo do ente público com empresas projetistas contratadas para garantir melhor qualidade nas intervenções.

## **ESTUDOS DE CASO:**

### **Resultados alcançados e postos em diálogo**

Os capítulos dos estudos de caso desenvolvidos por cada equipe iluminam as questões da pesquisa buscando alcançar os objetivos, que foram: identificar, tipificar e avaliar criticamente projetos e obras de urbanização de favelas, tendo como foco as intervenções em drenagem e analisar como esse elemento é relevante para tratar a dimensão ambiental na urbanização. Além dos resultados oriundos da metodologia comum adotada, os capítulos apresentam contribuições e especificidades desenvolvidas por cada trabalho. Nota-se, também, que as contribuições de cada capítulo se complementam no sentido em que permitem salientar diferentes aspectos sobre a dimensão ambiental na urbanização de favelas.

O capítulo 2, desenvolvido pela equipe da UFABC e intitulado “Interfaces socioambientais da drenagem com a urbanização de favelas: estudos de caso das bacias dos córregos Ponte Baixa e Sapé, São Paulo-SP”, faz uma abordagem comparativa entre dois projetos do PAC que correspondem a modalidades e objetivos distintos, sendo o primeiro resultado do PAC-Drenagem e o segundo do PAC-UAP, buscando analisar como cada projeto considerou a interface com a favela. A intervenção na bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia priorizou obras de drenagem para solução de inundações associadas às melhorias viárias e de circulação com a ampliação de vias de fundo de vale. Para isso, diversas favelas que se localizam na área afetada pela obra foram integralmente removidas para um conjunto habitacional do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) que fica próximo ao local. No Jardim Letícia, em

parte contribuinte do córrego Ponte Baixa, foi construído um parque linear na área onde a favela não recebeu outro tipo de intervenção.

Nesse projeto, a dimensão ambiental aparece correspondendo a uma visão restrita e conflituosa por causa de diversos aspectos. Não houve intenção de manter e qualificar as favelas existentes – o que já expressa uma dificuldade em conciliar as agendas em questão –, e a concepção de drenagem ficou circunscrita à solução da inundação sem contemplar outros componentes qualificadores da paisagem, para além da solução viária. A intervenção correspondeu a uma concepção convencional e pragmática do desenho urbano adotado, mas foram observadas, depois das obras, ocorrências de inundações em alguns pontos. Além disso, seria necessário compreender também os impactos da intervenção do ponto de vista dos moradores. Sabe-se que o processo de remoção provoca muitas mudanças no cotidiano das famílias, levantando a questão se a remoção gerou melhoria ou piora na condição de suas vidas quanto aos impactos das inundações sofridas anteriormente.

Já a urbanização da Favela do Sapé recebeu recursos do PAC-UAP e, segundo os autores, o projeto visou à maior integração das obras de infraestrutura com os espaços de moradia e de uso coletivo. Isso implicou remoções que não foram solucionadas completamente, pois a construção dos conjuntos habitacionais ainda está inconclusa, sendo necessária a construção de unidades em outros projetos para atender a demanda do Sapé. Se, por um lado, a concepção de drenagem nesse projeto também não avançou em termos de aplicação de sistemas complementares ao canal principal, por outro lado, o desenho urbano adotou uma abordagem mais integrada entre o espaço do córrego e os demais espaços do assentamento.

O capítulo 3, elaborado pela equipe da UTFPR e intitulado “O componente drenagem em urbanização de assentamentos precários: estudo de caso do Bolsão Audi-União, Curitiba, Paraná”, aborda uma intervenção de abrangência regional, em um trecho da grande bacia hidrográfica do rio Iguaçu. As intervenções na área remontam aos anos 1990, às quais se somaram as obras do PAC-UAP. As modelagens hidráulicas e hidrológicas apontaram a redução das manchas de inundação, mas ainda há pequeno setor residencial que permanece sob risco. O estudo desses projetos aponta que, mesmo com as diversas obras realizadas ao longo de décadas, a dinâmica da ocupação transforma o território constantemente, gerando necessidade de novas obras e monitoramento. Ao

mesmo tempo, as obras realizadas não se completam e não abrangem a complexidade da ocupação do território, solucionando o problema em partes, conforme a disponibilidade de recursos e capacidade institucional e intersetorial.

Além disso, devido às características e escalas da bacia, não bastam intervenções de drenagem localizadas apenas nos assentamentos; ou seja, são necessárias medidas estruturais e não estruturais conformando um conjunto de ações em diferentes escalas, como o manejo de áreas de Áreas de Preservação Ambiental, a construção de parques e sistemas de drenagem de maior e menor porte, que funcionem de modo complementar. Contudo, o estudo aponta que, apesar da presença das medidas compensatórias implementadas, há insuficiência das medidas não estruturais que não foram adotadas, sendo essa a principal lacuna das intervenções. Esse caso permite refletir sobre a multiescalaridade da dimensão ambiental, situando as favelas como parte necessária a ser considerada no uso e ocupação do solo, no planejamento e na gestão da bacia hidrográfica, o que, na prática, ainda encontra limites.

O capítulo 4, elaborado pela equipe da UFCG e intitulado “Urbanização de assentamentos precários e o desafio da abordagem integrada a partir da drenagem urbana: o caso da bacia da Ramadinha” inicia seu texto com uma importante problematização sobre a urbanização integrada preconizada nos programas públicos de urbanização de favelas a partir dos anos 1990, mostrando que a desejada integração ainda encontra barreiras para ser realizada. Essa falta de integração se manifestou no estudo de caso da bacia da Ramadinha, a partir da análise de descritores e de parâmetros de urbanização realizada pela equipe, ao que se soma as avaliações das modelagens da drenagem urbana empregada. Apesar das melhorias infraestruturais observadas, os autores apontam como principais problemas as limitadas capacidades municipais para realização de projeto e obra, as inadequações urbanísticas e ambiental encontradas e o fato de que as intervenções de drenagem não eliminaram todos os alagamentos ou reduziram o escoamento a jusante, transferindo o problema para outras áreas da bacia. Dessa forma, os autores afirmam que não houve integração dos diversos aspectos necessários para a melhoria das condições sociais, urbanas e ambientais do assentamento, o que significou uma perda de oportunidade de avançar nessa pauta no município.

O capítulo 5, elaborado pela equipe da UFPA e intitulado “Macro drenagem e assentamentos precários na bacia da Estrada Nova, Belém (PA)” analisa os

impactos da concepção e realização de obras de drenagem em região ocupada por assentamentos precários e de baixa renda, com grandes *déficits* de saneamento e cuja localização coincide com as áreas mais suscetíveis a inundações. Além disso, os assentamentos estão situados em áreas de interesse turístico e do mercado imobiliário, particularmente por se tratar de orla fluvial. A leitura dessa intervenção, que se constitui de diversas etapas e projetos, denota fragilidades e problemas, tanto em termos técnicos como no tratamento das demandas sociais e ambientais da região.

Um destaque pode ser dado ao tema das remoções, que não foram devidamente planejadas e o atendimento não foi suficientemente garantido às famílias. Quanto ao projeto de drenagem, apesar de inicialmente prever medidas compensatórias que seriam adequadas, estas foram abandonadas para a adoção de concepções convencionais que, por sua vez, passaram por diversas alterações de execução. O desenho urbano adotado associou a solução dos canais à infraestrutura viária e aumento da impermeabilização como estratégia para evitar novas ocupações, reproduzindo um padrão de urbanização já bastante criticado e inadequado às condições climáticas e geográficas da bacia. Segundo os autores, apesar da melhoria na acessibilidade viária promovida na orla, os problemas de saneamento e drenagem que não foram solucionados ainda estão longe de serem equacionados.

O capítulo 6, desenvolvido pela equipe da UFPE e intitulado “A dimensão ambiental das infraestruturas de drenagem na urbanização de favelas do Recife: O caso do Prometrópole”, analisa esse projeto de abrangência regional ao qual se somaram as intervenções do PAC-UAP. Para isso, o capítulo define sua lente teórica e elabora uma reflexão sobre como abordar a dimensão ambiental considerando novos paradigmas do tratamento e convivência com as águas urbanas, capaz de promover um ordenamento territorial que considere sua importância e manutenção. Dessa forma, o capítulo contribui para as abordagens teóricas do livro como um todo, mobilizando criticamente conceitos como resiliência, ecologia urbana, ecologia política e os territórios hidrossociais.

Dentre as abordagens que informam práticas e projetos, estão as referências internacionais do urbanismo sensível à água, o desenvolvimento de baixo impacto e a drenagem sustentável. Ao analisar o projeto de intervenção, a pesquisa priorizou as ações de âmbito local, apesar do Prometrópole abranger sub-bacias de diversos municípios. O PAC-UAP, a partir de 2008, num

contexto de crise econômica internacional, representou um importante aporte de recursos ao programa, que obtinha financiamento externo, e priorizou intervenções físicas (estruturais) sem desenvolver medidas não estruturais, dentre elas, processos de participação social. Segundo os autores, tendo como referência o urbanismo sensível à água, as intervenções estão distantes de alcançar na prática suas premissas teóricas. As soluções implementadas são de caráter higienista, não integrador, e buscam soluções de drenagem para transferir os problemas de inundação e condução das águas para outros pontos da bacia.

A partir desse conjunto de reflexões, são apresentadas as principais conclusões sobre o tema da dimensão e urbanização de favelas, bem como são feitos apontamentos para uma agenda de pesquisa e para a política pública.

## **APONTAMENTOS PARA UMA AGENDA DE PESQUISA E PARA A POLÍTICA DE URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**

O conjunto das reflexões apresentadas nos capítulos permite tecer algumas considerações sobre o tema da pesquisa. Por um lado, a dimensão ambiental nas favelas refere-se à precariedade e aos riscos a que estão submetidos os moradores. A precariedade e os riscos são produtos sociais de um processo de urbanização desigual e que não é superado pelas políticas públicas; bem como expressam os conflitos entre a ocupação para fins de moradia e as legislações ambientais. Por outro lado, são justamente a precariedade e a insegurança da posse que justificam as intervenções de urbanização e regularização visando à qualificação ambiental, entendida como um conjunto de ações infraestruturais, de melhorias nos espaços públicos e privados, na integração do tecido da favela com o tecido urbano, ao que se somam ações necessárias de assistência social, ampliação do acesso dos moradores aos serviços e equipamentos públicos, desfrute de áreas de lazer, atividades geradoras de renda, entre outras.

Para além do aspecto físico-territorial, como trabalhado pela rede de pesquisa, o resultado das intervenções de urbanização no ambiente construído expressam também decisões políticas e capacidades institucionais circunscritas por interesses econômicos (públicos e privados) e disponibilidade de orçamento público para a realização de projetos e obras. Neste sentido, a análise das intervenções em drenagem, que são custosas e complexas, foram realizadas mediante uma abordagem crítica sobre as concepções de projeto e sua execução,

buscando identificar o tratamento dos corpos d'água na urbanização como um importante elemento desse debate - ou seja, buscou-se evidenciar os avanços e limites da prática implementada nos projetos do PAC-UAP.

Em linhas gerais, ficou evidenciado que, apesar do PAC-UAP ter como objetivo a urbanização integrada, anunciar a necessidade de requalificação ambiental e destinar recursos que viabilizaram obras de maior porte, ainda se observa o tratamento muitas vezes desarticulado dos demais elementos do saneamento básico e dos demais componentes da urbanização de favelas. Isso se reflete, por exemplo, na incompletude das obras de infraestrutura (como a realização da drenagem desacompanhada do tratamento de esgotos), ou nos descompassos entre a necessidade de remoções para a realização de obras de infraestrutura e a demora ou insuficiência do atendimento habitacional das famílias removidas. Ou, ainda, no tempo da realização de projetos e obras e a dinâmica de crescimento das favelas, tornando rapidamente obsoletas as ações planejadas. A falta de integração também foi identificada em termos de capacidade institucional de prefeituras e demais órgãos governamentais.

Ao mesmo tempo, os estudos de caso apresentam como conclusão comum a constatação de que a implementação de infraestruturas em contexto de precariedade urbana e ambiental promoveu a melhoria da qualidade das favelas em relação ao padrão anterior da ocupação e a existência de áreas de risco à inundação. Esse reconhecimento é importante de ser destacado, principalmente quando considerada a diversidade de intervenções, o montante de recursos investidos e a escala nacional do programa.

Apesar das diferenças e contradições identificadas em cada caso, o programa gerou benefícios concretos às famílias que deixaram de residir em áreas com alagamentos recorrentes, embora muitas das vezes as remoções de moradias não fossem completamente equacionadas, o que se apresenta como uma das questões-chave a ser contemplada em intervenções futuras. O problema dos reassentamentos requer um planejamento adequado, considerando o princípio da localização próxima e inclusão de previsão de atendimento, garantindo a quantidade necessária de unidades habitacionais dentro do orçamento do projeto, inclusive, incorporando a possibilidade de uma reserva técnica para resolver problemas não previsíveis. Portanto, quando necessário o reassentamento, isto não é algo que deva ser postergado e somente deve ser realizado se garantida a viabilidade de seu completo equacionamento.

Outro aspecto que pode colaborar para o aprimoramento das intervenções é referenciar o que se considera melhoria urbana e ambiental (em termos do tecido urbano da favela) em parâmetros de qualidade que poderiam ser mensurados e monitorados, como propôs o trabalho da UFCG com a análise de descritores de drenagem. O uso da modelagem hidráulica e hidrológica também pode se constituir como ferramenta de avaliação e aprovação de projetos por parte das prefeituras, o que demanda qualificação e capacitação das equipes técnicas municipais.

Ao analisar em maior detalhe os projetos de drenagem como parte da urbanização de favelas por meio das modelagens hidráulicas e hidrológicas, constatou-se que essa melhoria pode ser interpretada como restrita ou limitada perante as concepções mais amplas e contemporâneas da drenagem urbana sustentável, reconhecidas como novo paradigma, como mencionado anteriormente nesta introdução. As intervenções analisadas neste livro mostram que se confirma a tendência já apontada de adoção de intervenções convencionais em detrimento de ações que valorizassem abordagens sensíveis à água, à integração das diversas redes de infraestrutura, e às soluções não estruturais que promovem a apropriação do espaço público pelos moradores e moradoras. Neste sentido, é importante tentar entender por que o novo paradigma, reconhecido pelas experiências internacionais e também pela literatura técnica do campo da drenagem e do campo do planejamento urbano e do urbanismo, lida ainda com dificuldades de operacionalização.

Uma primeira explicação diz respeito à baixa capacidade institucional e técnica dos órgãos públicos que têm a responsabilidade pela gestão destes projetos. Esse problema se reflete de forma mais grave nas administrações locais com baixa experiência e corpo técnico pequeno e por vezes pouco qualificado, que tendem a trabalhar, portanto, com alternativas mais convencionais. Pode-se considerar, também, a partir dos casos analisados, que, mesmo naquelas administrações mais bem estruturadas, o novo paradigma envolve dificuldades de gestão no sentido da integração de diferentes setores de atuação da Prefeitura (como habitação, meio ambiente, obras e serviços urbanos), o que não corresponde à prática usual na gestão de programas e projetos.

A adoção de medidas não estruturais também tende muitas vezes a não ser de interesse das empresas de construção, já que seus mecanismos de valorização e lucratividade dependem essencialmente da realização das chamadas soluções

estruturais. Ou seja, a extração de ganhos ocorre a partir da atividade de construção e exploração do trabalho no canteiro de obras.

Os problemas relacionados ao desenho e gestão de contratos, além da garantia do fluxo de recursos, também gera interrupção das obras que acarretam problemas de projeto, pois a dinâmica da ocupação os torna rapidamente desatualizados.

Além dessas limitações, a desarticulação entre implementação de drenagem na favela e os demais espaços da bacia hidrográfica, presente em cinco dos seis projetos estudados, é uma constante, e demonstra que a transferência de escoamento pode causar impactos negativos em outras localidades. Ao mesmo tempo, ações complementares na área da bacia hidrográfica poderiam contribuir para melhores resultados de drenagem na escala da própria favela. Tais apontamentos não são novos nos estudos de drenagem, mas são relevantes de serem lembrados, pois não avançaram de forma significativa tanto nas urbanizações de favelas, quanto nas obras de drenagem em geral.

No entanto, cabe salientar que há um grande potencial em trabalhar a drenagem urbana sustentável de acordo com os princípios do desenho urbano sensível à água nas favelas, onde os córregos estão abertos, ainda que frequentemente emparedados por moradias. O tecido urbano da favela, por sua vez, implica em desafios para as soluções de infraestrutura justamente pela densidade da ocupação dos espaços. Nesse sentido, a equação entre a qualificação do espaço público e a do espaço da moradia não é algo trivial, apresentando desafios projetuais e técnicos.

Portanto, se a urbanização integrada e a requalificação ambiental são termos recorrentes nos objetivos das políticas, documentos e discursos, na prática, sua realização encontra diversos limites para serem implementadas. Em particular, no contexto das favelas, onde tais ações são mais necessárias se entendidas como meios para superar desigualdades e injustiças socioambientais.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACSELRAD, H. Ambientalização das lutas sociais – o caso do movimento por justiça ambiental. **Revista Estudos Avançados**, v. 24, n. 68, p. 103-119, 2010.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2ª edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CARDOSO, A. L. Trajetórias da questão ambiental urbana. **Revista Paranaense de Desenvolvimento**, v. 102, 2002.
- CARDOSO, A. L.; DENALDI, R. **Urbanização de Favelas no Brasil**. Um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.
- CARDOSO, A. L.; RIBEIRO, L. C. Q. (Orgs.). **A Municipalização das Políticas Habitacionais** - Uma Avaliação da Experiência Recente (1993-1996). Rio de Janeiro: Observatório-IPPUR/UFRJ-FASE, 2000.
- COSTA, H. S. M. “A trajetória da temática ambiental no planejamento urbano no Brasil: o encontro de racionalidades distintas”. In: COSTA, G. M.; MENDONÇA, J. G. (orgs) **Planejamento urbano no Brasil: avanços, trajetórias, perspectivas**. Belo Horizonte: C/Arte, 2008, p. 80-92.
- DENALDI, R.; FERRARA, L. N. The environmental dimension of slum upgrading. **AMBIENTE & SOCIEDADE (ONLINE)**, v. 21, p. 1-20, 2018.
- GRACIOSA, M. C. P. **Modelagem Hidrológica de Bacias Hidrográficas com o software HEC-HMS**. jul. 2020. Material didático do curso “Modelagem hidrológico-hidráulica de bacias hidrográficas com HEC-HMS e HEC-RAS.” PROEC/UFABC.
- GRACIOSA, M. P.; SANTOS, G. O. S.; CARULLI, E. E.; MACHADO, E. C. M.; FERRARA, L. N. In: XXIV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2021, Belo Horizonte. **Anais...** ABRH.
- PEREIRA, P. C. X. Dinâmica imobiliária e metropolização: a nova lógica do crescimento urbano em São Paulo. **Scripta Nova. Revista electrónica de geografía y ciencias sociales**, Universidad de Barcelona, v. IX, n. 194 (10), 1 de agosto de 2005.
- PORTO, R. M. **Hidráulica básica**. São Carlos: EESC-USP, 2006.
- SCHIAVETTI, A.; CAMARGO, A. F. M. **Conceitos de bacias hidrográficas: teorias e aplicações**. Ilhéus: Editus, 2002.

SEVEGNANI, L.; TORRES, F. S. “A Mata ciliar no contexto das paisagens urbanas e rurais: dimensão ecológica”. In: SCHULT, S. I. M.; BOHN, N. **As múltiplas dimensões das Áreas de Preservação Permanente**. Blumenau: Edifurb, 2014.

SILVA, A. P. M. **Elaboração de manchas de inundação para o Município de Itajubá, utilizando SIG**. 122 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia da Energia) – Universidade Federal de Itajubá, Itajubá, 2006.

SWYNGEDOUW, E. “Metabolic urbanization: The making of cyborg cities”. In: HEYNEN, N.; KAIKA, M.; SWYNGEDOUW, E. **In the nature of cities: urban political ecology and the politics of urban metabolism**. London, New York: Routledge Taylor and Francis Group, 2006, p. 20-39.

TRAVASSOS, L. **Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na Cidade de São Paulo**. 243f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

# INTERFACES SOCIOAMBIENTAIS DA DRENAGEM COM A URBANIZAÇÃO DE FAVELAS

estudos de caso das bacias dos córregos  
Ponte Baixa e Sapé, São Paulo-SP

Ellen Emerich Carulli  
Érica Cristine Medeiros Machado  
Luciana Nicolau Ferrara  
Melissa Cristina Pereira Graciosa  
Gustavo Oliveira da Silva Santos  
Lyssandra Almeida Leite

## Resumo

Neste capítulo, confrontamos as soluções de drenagem e suas interfaces com favelas em dois projetos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), no município de São Paulo, e analisamos seus resultados sociais e ambientais. O projeto PAC-Drenagem da sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia associa drenagem à solução viária, removendo diversas favelas. O projeto PAC-Urbanização da Favela do Sapé adotou solução de canalização e parque linear para uma pequena bacia ocupada. As análises dos projetos e obras apontam para uma priorização do sistema viário sobre o hídrico e concepções de drenagem que tratam as cheias do ponto de vista do escoamento, e não do amortecimento. Também são apontados resultados como a fragmentação das soluções, a baixa conexão com desenho urbano e paisagismo e a pouca participação social, o que conseqüentemente restringe a abordagem da dimensão ambiental nessas intervenções.

**Ellen Emerich Carulli** é mestranda no PGT-UFABC, Universidade Federal do ABC. **Érica Cristine Medeiros Machado** é docente na Universidade Federal de Campina Grande, pesquisadora pós-doutoral na UFABC. **Luciana Nicolau Ferrara** é docente na Universidade Federal do ABC. **Melissa Cristina Pereira Graciosa** é docente na Universidade Federal do ABC. **Gustavo Oliveira da Silva Santos** é engenheiro ambiental e urbano pela Universidade Federal do ABC. **Lyssandra Almeida Leite** é graduanda em Engenharia Ambiental e Urbana na Universidade Federal do ABC.

## INTRODUÇÃO

A pesquisa em rede “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projetos, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários” enfatizou a relação entre urbanização de favelas, corpos d’água e moradia como parte da sacionatureza urbana. Essa relação se evidencia no descompasso entre a necessidade do acesso à terra urbanizada pela população de baixa renda e a consequente ocupação de áreas ambientalmente protegidas ou impróprias à edificação. Considerando, além disso, as ausências ou insuficiências de infraestruturas urbanas no contexto de precariedade. No momento da ação pública para a urbanização de favela, essa relação se evidencia por meio de decisões técnicas, econômicas e políticas para intervir nos corpos d’água a partir de conhecimentos e práticas de engenharia adotadas, em geral, e nos assentamentos precários, em particular.

Nas soluções de infraestrutura para a urbanização de favelas, além da qualificação da moradia, é essencial que se melhore o assentamento do ponto de vista urbano e ambiental. Contudo, as especificidades do padrão da ocupação precária demandam soluções técnicas específicas de acordo com cada caso (FERRARA; FURIGO; MORETTI *et al.*, 2019). Atender tais especificidades não é algo trivial, pois, a depender das soluções adotadas, outros conflitos e impactos podem ser gerados, especialmente porque as intervenções recentes e de grande porte têm implicado um número elevado de remoção de moradias (CARDOSO; DENALDI, 2018). Por sua vez, isso demanda maiores investimentos para aquisição de terreno, construções e assistência social das famílias.

De acordo com o Panorama do Saneamento Básico no Brasil (MINISTÉRIO DAS CIDADES, 2014), nas áreas urbanas há uma desigualdade no acesso aos diferentes serviços de saneamento. O esgotamento sanitário e a drenagem urbana estão em pior situação quando comparados com os indicadores de abastecimento de água, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos. A qualidade e a oferta das infraestruturas de esgoto e de drenagem afetam as áreas urbanas como um todo e estão relacionadas às características sociais e geográficas de ocupação das bacias hidrográficas. Do mesmo modo, também são consequência de práticas e técnicas utilizadas pelos prestadores de serviços orientadas por racionalidades econômicas que nem sempre respondem às necessidades sociais.

De modo geral, observa-se ainda hoje a aplicação de métodos tradicionais, tecnicistas, higienistas e baseados em aumento da condutividade hidráulica da Drenagem Convencional (elaborados em meados do século XIX). Já os princípios da Drenagem Moderna (elaborados em meados do século XX em diante), pautados por reservação, vazão de restrição<sup>1</sup> e tratamento e resolução do manejo de águas urbanas na própria bacia, com soluções descentralizadas e com a incorporação de medidas não estruturais (TUCCI; PORTO; BARROS, 1995; CANHOLI, 2014), embora já tenham sido desenvolvidos, ainda são pouco ou nada aplicados, sobretudo na urbanização de favelas.

Neste sentido, pode-se dizer que prevalece o uso dos dispositivos de drenagem classificados como infraestruturas cinzas. Trata-se de obras convencionais da engenharia civil, nas quais a cor “cinza” é uma referência à cor do concreto utilizado nas soluções. A priorização das infraestruturas cinzas ocorre sobre as chamadas infraestruturas verdes e azuis, conjunto de sistemas relacionados às áreas verdes e às águas urbanas, que integram funções ambientais, hidráulicas, paisagísticas e sociais (SÃO PAULO, 2021).

É crucial salientar que a drenagem representa um corpo receptor final de todos os processos na bacia hidrográfica: desde o esgoto não coletado ou não tratado até os resíduos sólidos urbanos não encaminhados, a erosão não contida e a poluição difusa gerada. Esse fator dificulta a adoção de soluções integradoras. Historicamente, tem levado à tomada de decisão equivocada de seguir um princípio higienista que prioriza o afastamento rápido, hidraulicamente eficiente e, muitas das vezes, subterrâneo das águas pluviais. Tal fator, associado ao adensamento das áreas urbanizadas, geralmente resulta na canalização e retificação dos rios urbanos, incorporando-os ao sistema viário. Como resultado, causa uma aceleração do escoamento das águas e o agravamento dos problemas de inundações a jusante (CANHOLI, 2014).

Já a integração entre infraestrutura dos tipos cinza e verdes/azuis permite alcançar aproximações com as propostas de um desenho urbano sensível à água (*Water Sensitive Urban Design* - WSUD) por serem soluções mais sustentáveis, que associam qualidade e quantidade de água e valorizam a vida aquática. Esse modelo de drenagem tem sido desenvolvido com vistas a integrar a gestão do

---

1. Conceito que visa ao estabelecimento de vazões máximas para cada trecho do rio principal de uma determinada bacia, as quais devem ser rigidamente obedecidas (SÃO PAULO, 1999).

ciclo da água ao desenvolvimento das cidades e garantir a melhoria da qualidade ambiental (*WSUD Australian Code*, 2009; ANDRADE; BLUMENSCHNEIN, 2013). Por outro lado, ainda não são observados avanços significativos na aplicação de seus princípios e técnicas no contexto dos assentamentos precários, com exceção de exemplos pontuais (MARTINS; FERRARA, 2016; ADEGUN, 2018).

Considerando que grande parte das favelas se localiza em fundos de vale ou em margens de corpos d'água, as intervenções de drenagem urbana assumem centralidade na urbanização de favelas. Não apenas como parte das infraestruturas de saneamento e como elemento necessário ao controle de inundações, mas também como meio para mitigação de áreas de risco, melhoria da saúde pública e como possibilidade de criação de espaços coletivos. Para a população, em geral, a relação com os córregos não é positiva, justamente porque apresentam poluição, mau cheiro, insetos e outros vetores transmissores de doenças, tornando esses espaços ainda mais distantes de lugares desejados de apropriação e convivência.

Diante do que foi posto, esta pesquisa analisa formas de intervenções em drenagem e suas interfaces com a urbanização de favelas, confrontando diferentes soluções a partir de dois projetos realizados no âmbito do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) no município de São Paulo. O PAC foi estruturado em três grandes eixos de investimentos, a saber: infraestrutura energética, infraestrutura logística e infraestrutura social e urbana. No escopo deste último eixo, constam 12 programas e linhas de ação diferentes, como o PAC Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP) e o PAC Prevenção de Áreas de Risco (PAC-PAR). Os investimentos em projetos de drenagem estão presentes em ambos os programas, mas com enfoques distintos.

No programa “Prevenção de Áreas de Risco”, embora não haja uma linha específica denominada PAC-Drenagem, o termo “drenagem” tem sido adotado pelas prefeituras nos projetos que receberam recursos do PAC. Tais projetos nem sempre estão associados a intervenções em favelas. No município de São Paulo, foram 12 intervenções realizadas nesta linha, com um investimento da ordem de R\$ 1.574.362.771,17<sup>2</sup> (PAC, 2018). Dez destas intervenções estão associadas diretamente a soluções de drenagem: canalização de córregos,

---

2. Data de referência: 30 jun. 2018. Três intervenções não tiveram o valor divulgado por estarem em fase de licitação de obras.

reservatórios de amortecimento e controle de cheias, parque linear, galerias de águas pluviais e programa de redução de alagamentos.

Já no PAC-UAP, a drenagem é considerada componente do projeto de urbanização. No município de São Paulo, uma característica marcante da sua atuação foi utilizá-lo para viabilizar as urbanizações de favelas que já vinham sendo alvo de políticas do gênero tanto pela Secretaria de Habitação (SEHAB) quanto pela Companhia de Desenvolvimento Habitacional e Urbano (CDHU) (AKAISHI; SARAIVA; CARDOSO *et al.*, 2018). Onze intervenções foram realizadas nesta linha, com investimento da ordem de R\$ 2.009.595.668,22<sup>3</sup> (PAC, 2018).

O primeiro projeto analisado, denominado PAC-Drenagem da bacia do córrego Ponte Baixa e do Jardim Leticia, consiste na intervenção viária e em ações de macrodrenagem que afetaram diversas favelas, removendo-as integralmente. Já o segundo, realizado no âmbito do PAC-UAP, são intervenções para urbanizar a Favela do Sapé e o córrego adjacente. Além das concepções técnicas de drenagem e de sua relação com a execução dos projetos, a serem debatidas em maior profundidade neste capítulo, é importante ressaltar que a problemática das águas em assentamentos urbanos precários é complexa e abrange aspectos sociais, econômicos, políticos e ambientais. Esses aspectos abrangem desde a reivindicação de moradores por urbanização e pelo direito à cidade, água e moradia, passando pela consideração das políticas públicas e habitacionais e desenho dos financiamentos e condicionantes legais dos programas de urbanização, até a participação social nos processos decisórios.

Apesar dessa reconhecida multidimensionalidade, as reflexões sobre os estudos de caso apontam as principais contribuições levantadas sobre os avanços, potencialidades e dificuldades do tratamento da drenagem na urbanização de favelas. Além disso, os projetos permitem interpretar sobre como essa infraestrutura representa um caminho importante para a compreensão da dimensão ambiental nos assentamentos precários.

Neste sentido, a pesquisa foi realizada a partir de um diagnóstico integrado sobre aspectos urbanos, sociais e econômicos, baseado na caracterização da drenagem, na modelagem hidrológica e hidráulica das bacias de estudo, e na

---

3. Data de referência: 30 jun. 2018. Seis intervenções incluem investimentos de 2007 a 2010.

avaliação crítica das concepções dos projetos. Também contou com a realização de entrevistas com profissionais do setor público, projetistas e construtoras envolvidos em cada caso<sup>4</sup>.

As questões às quais buscamos responder foram: apesar de as obras terem pontos de partida com objetivos diferentes, as concepções dos projetos de drenagem foram semelhantes? Quais foram os resultados quanto à solução da drenagem? Como se deram as interfaces com a solução habitacional e qualificação ambiental da localidade e microbacia em que estão inseridos os projetos?

Embora esta análise privilegie a dimensão projetual e técnica, ao mesmo tempo, tais projetos fornecem elementos para uma reflexão crítica sobre a forma como a dimensão ambiental tem sido incorporada aos planos de urbanização de favelas.

A partir desta introdução, o conteúdo deste capítulo está organizado nos seguintes tópicos: (i) metodologia, (ii) caracterização socioterritorial e da drenagem nas áreas de estudo, (iii) análise comparativa entre os casos, (iv) discussão e considerações finais.

## **METODOLOGIA**

A análise dos projetos de intervenção foi realizada em três etapas complementares. A primeira etapa foi a realização de uma leitura socioterritorial das bacias hidrográficas em que estão localizadas as áreas de estudo. A segunda etapa aprofundou a análise hidráulica e hidrológica dos cursos d'água que foram objetos de intervenção. E, por fim, a terceira, considerou uma leitura das concepções de projeto. A seguir, são apresentadas resumidamente as metodologias empregadas em cada etapa para, então, apresentarmos os resultados de cada uma das análises.

---

4. As entrevistas foram realizadas mediante assinatura de Termo de Consentimento Livre e Esclarecido. No caso de opção pelo anonimato por parte do(a) entrevistado(a), isso foi respeitado não havendo identificação pessoal no texto.

## **Metodologia da análise territorial integrada urbana e ambiental**

As bacias de estudo de caso – do córrego Ponte Baixa e do Sapé – foram analisadas a partir de um diagnóstico integrado urbano e ambiental que contemplou a leitura socioterritorial e a caracterização da dimensão da drenagem.

A leitura socioterritorial teve como objetivo contextualizar a área da intervenção quanto ao seu entorno. Englobou quatro conjuntos de análise: (i) Localização e definição da bacia hidrográfica; (ii) Aspectos fisiográficos; (iii) Aspectos urbanos; (iv) Aspectos socioeconômicos. Os dados foram obtidos no IBGE, Geosampa, Habitasampa e Fundação Seade. As análises foram construídas mediante espacialização, tabulação e cruzamento dos dados secundários levantados.

A dimensão da drenagem foi tratada considerando a contextualização da bacia hidrográfica por meio da leitura das condicionantes gerais de drenagem, características hidrológicas e hidráulicas, características morfométricas e histórico de ocorrências de eventos de alagamentos e inundações. As condicionantes gerais de drenagem consistem nos aspectos físicos e bióticos, mas também nas alterações na bacia por atividades antrópicas da urbanização. As condições de vulnerabilidade social estão incluídas nas condicionantes gerais de drenagem, pois se relacionam com a suscetibilidade e a exposição ao risco, seja dos eventos de movimentos de massa, seja de inundações e alagamentos.

As características hidrológicas e hidráulicas consistem no mapeamento das áreas de contribuição e de seções dos canais existentes na bacia, bem como de suas singularidades e interferências. As tendências dos comportamentos hidrológicos foram avaliadas a partir da análise do tipo de bacia, ordem dos cursos d'água, densidade de drenagem, declividade do curso d'água principal, tempo de concentração e, também, pela forma de bacia. As classificações foram feitas por meio do Índice de Gravellius (Kf), do Coeficiente de Compacidade (Kc) e do Índice de Circularidade (Ic).

## Metodologia do estudo hidrológico-hidráulico<sup>5</sup>

O estudo hidrológico das bacias foi realizado por meio de modelagens para obtenção dos hidrogramas de cheia para precipitações críticas de referência. Complementando a modelagem hidrológica, a modelagem hidráulica avaliou a capacidade dos condutos e eventuais transbordamentos, permitindo analisar a eficiência e sustentabilidade das soluções adotadas; ou seja, avaliar se as infraestruturas de drenagem construídas suportam ou não as vazões de cheia.

O modelo hidrológico de chuva-vazão adotado foi o *Soil Conservation System* (SCS). Ele representa o processo pelo qual o volume de precipitação escoar e atinge os canais de macrodrenagem de uma bacia hidrográfica, sendo dependente de características fisiográficas da bacia e das condições de escoamento e infiltração da água no solo (GRACIOSA, 2020).

Já a propagação da onda de cheia nos corpos d'água corresponde a um processo hidrológico em que ocorre o evento de difusão, resultando na atenuação das vazões de pico dos hidrogramas; ou seja, um armazenamento temporário no trecho de canal. Uma das características da propagação em canais é a de que o pico da vazão efluente é decorrente do cruzamento entre os hidrogramas afluente e efluente (CAMPOS, 2009). Para simular esse fenômeno, foi adotado o Método de *Muskingum*, modelo hidrológico baseado na equação da continuidade. Consiste numa relação matemática entre o nível da água e a vazão efluente e alguma relação entre o nível da água e o volume armazenado no corpo d'água (CAMPOS, 2009).

Para o desenvolvimento da modelagem hidrológica utilizando ambos os métodos supracitados, empregou-se o *software* HEC-HMS (*Hydrologic Modelling System*), da plataforma HEC (*Hydrologic Engineering Center*), desenvolvido pelo Corpo de Engenheiros do Exército dos Estados Unidos. Os parâmetros adotados foram:

- Dados físicos da bacia a partir de topografia local, hidrografia e sistema viário para subdivisão da bacia, definição de nós de simulação e trechos para aplicação da propagação da onda de cheia;

---

5. Para consultar a metodologia detalhada das modelagens, veja o Relatório da Pesquisa da equipe UFABC, disponível no website do LEPUR – Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais em: [www.lepur.com.br](http://www.lepur.com.br).

- Chuva de projeto (hietograma) elaborada a partir da curva idf (intensidade-duração-frequência) do posto IAG (SÃO PAULO, 2018) com duração de 2 horas e tempo de retorno (TR) de 10, 25 e 100 anos, adotando-se a distribuição Huff (1967 *apud* SÃO PAULO, 2012) para a discretização temporal;
- *Curve Number*<sup>6</sup> (CN) calculado em média, considerando cada CN estimado por subdivisão da bacia a partir dos valores de referência definidos no Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais da Prefeitura de São Paulo (SÃO PAULO, 2012) e em Tucci, Porto e Barros (1995);
- Tempo de concentração obtido a partir do método cinemático.

Foi adotado o modelo hidráulico de remanso, considerando o escoamento permanente gradualmente variado. Para as simulações, foi utilizado o *software* HEC-RAS (*River Analysis System*), também pertencente à plataforma HEC. Para a obtenção da linha d'água, foram adotadas seções transversais obtidas do cadastro do curso d'água sobre declividade, cota de fundo, base e largura. Como condições de contorno, foram fornecidas a altura da lâmina d'água nas seções a jusante e a montante. Para a seção a jusante, foi adotada a altura crítica do HEC-RAS. Para os trechos a montante, foi adotada a altura d'água normal obtida pela equação de Manning, com  $n = 0,018$ .

## Metodologia da análise da concepção dos projetos

Parte importante do trabalho foi vislumbrar, por intermédio da análise crítica da concepção dos projetos, de que maneira o escopo dos projetos de drenagem e infraestrutura urbana se constroem no escopo das propostas de urbanização de favelas e como lidam com as questões de moradia precária. A feitura dessa análise crítica foi baseada em entrevistas realizadas com atores-chave nos projetos dos estudos de caso de cada bacia (gestores públicos, a exemplo de técnicos da área de infraestrutura, urbanismo e assistência social e projetistas), considerando suas distintas formações acadêmicas, ocupações e visões sobre a temática de infraestrutura e saneamento em urbanização de favelas, além da avaliação crítica dos projetos a partir de análise documental.

---

6. *Curve Number* é um parâmetro utilizado no método SCS dependente do tipo de solo e das condições de seu uso e ocupação, bem como da umidade antecedente do solo.

Também foram utilizadas as abordagens modernas da drenagem mencionadas como referências teóricas.

A análise crítica de concepção de projetos se sistematiza em seis grandes componentes: (i) informações gerais da área de estudo (bacia hidrográfica e assentamento precário); (ii) dados de contrato, planejamento e execução do projeto; (iii) detalhamento da intervenção de drenagem – tipo, escala e classificação da intervenção; (iv) aspectos de saneamento, meio ambiente e educação ambiental – ocorrências de inundações e/ou alagamentos, áreas de risco, recuperação e controle de poluição, entre outras ações; (v) urbanização e habitação – remoções, reassentamentos, participação social, requalificação habitacional, ações pós-ocupacional/pós-intervenção; (vi) alteração de projeto, melhorias, dificuldades e conflitos.

Portanto, com o auxílio de documentos oficiais e materiais produzidos sobre os dois estudos de caso junto às entrevistas, a proposta metodológica foi preencher formulários para uma avaliação crítica, sintética e conclusiva sobre a concepção de cada projeto, os paradigmas tecnológicos associados, os atores envolvidos nas tomadas de decisão, os possíveis conflitos existentes e os resultados encontrados na análise de qualificação urbanística e ambiental.

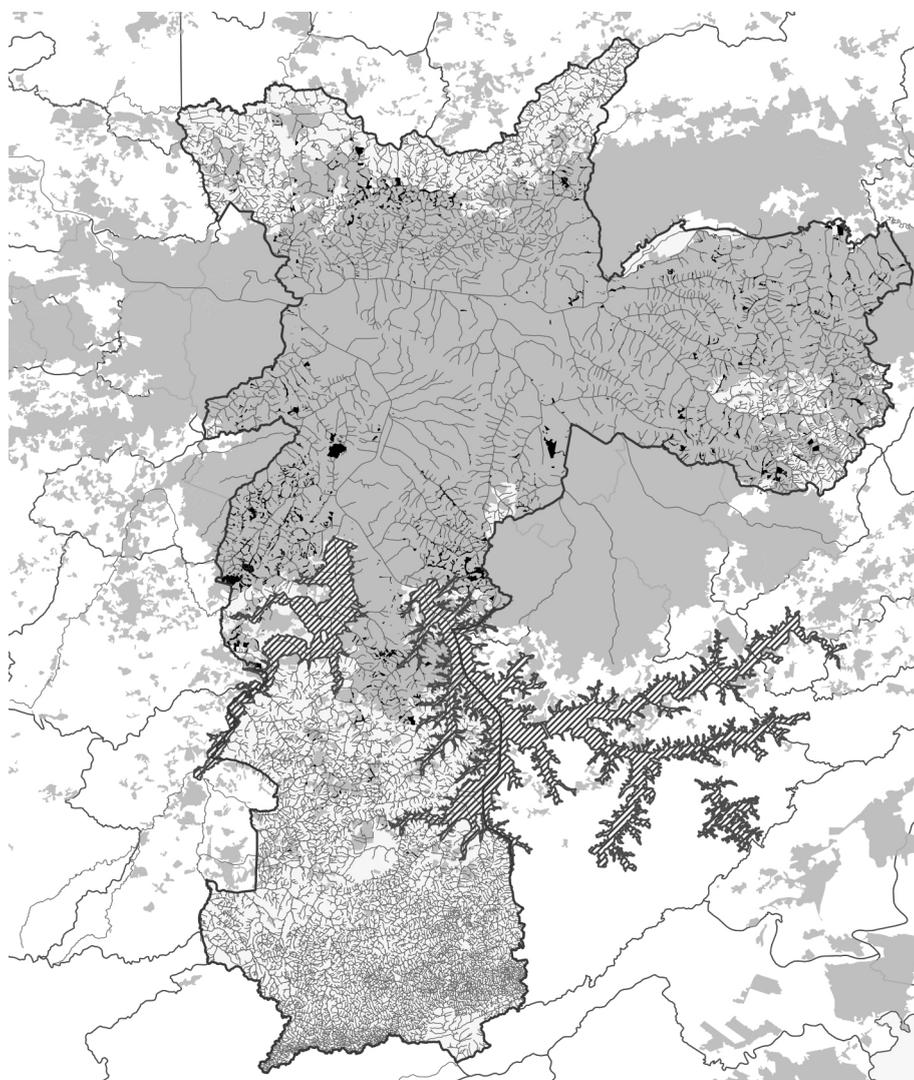
## **CARACTERIZAÇÃO SOCIOTERRITORIAL E DA DRENAGEM DAS ÁREAS DE ESTUDO**

Com relação à hidrografia paulistana, é notável a predominância de canais abertos e/ou naturais. Eles representam, respectivamente, 5% e 76% do total de extensão dos corpos hídricos, possuindo somente 19% de canais em galeria fechada<sup>7</sup>. Nesses 81% correspondentes aos canais naturais ou abertos, há a presença de 699 favelas (**Figura 1**) com cerca de 229.964 domicílios – correspondente a 41% do total de favelas (1.724) e a 59% do total de domicílios em favelas (391.122) existentes no município<sup>8</sup>. Os estudos de caso deste artigo enquadram-se nesse contexto.

---

7. Foi adotado o *shapefile* da hidrografia (2015) da plataforma Geosampa, da Prefeitura do Município de São Paulo - PMSP.

8. Foi adotado o *shapefile* de favelas (2016) da plataforma Geosampa/PMSP para verificar a quantidade de favelas e domicílios em favelas, inserida em faixa de 30 metros de APPs, conforme a Lei Federal n. 12.651, de 2012.



Base Cartográfica: Geosampa.

#### LEGENDA

■ Favelas (2016)

— Hidrografia

▨ Represas

■ Mancha urbanizada (2015)

□ São Paulo

□ Limites municipais

0 5 10 15 km



**Figura 1. Localização das favelas do município de São Paulo e hidrografia.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2019) a partir de dados disponibilizados no portal Geosampa.

O primeiro estudo de caso localiza-se na bacia do córrego Ponte Baixa, na região sul do município de São Paulo. Compreende os distritos do Jardim São Luís e Jardim Ângela, ambos pertencentes à Subprefeitura do M'Boi Mirim. O segundo está localizado na bacia do córrego do Sapé, na zona oeste paulistana, mais especificamente no distrito de Rio Pequeno, próximo a bairros de alta renda como Butantã e Morumbi, que fazem parte da Subprefeitura do Butantã. A **Figura 2** apresenta a inserção municipal e perímetro dos dois estudos de caso.

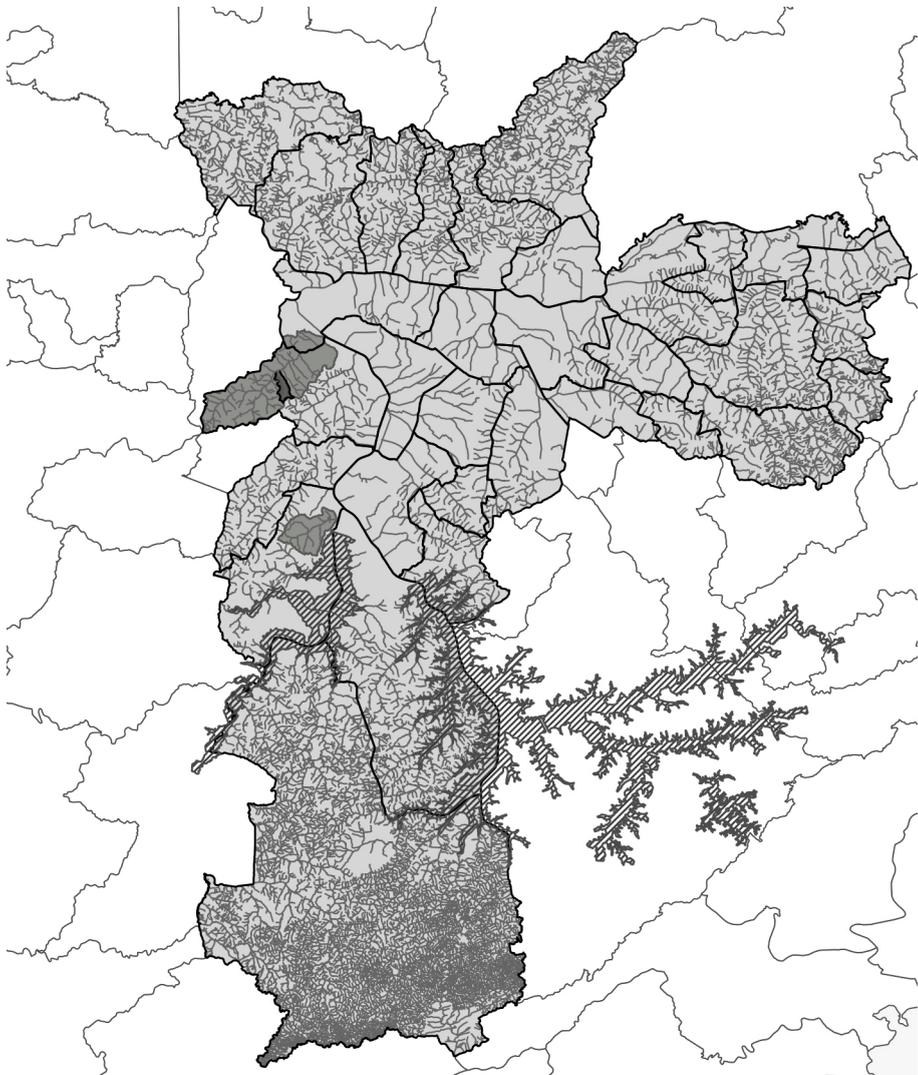
### **Bacia do Ponte Baixa**

A bacia do córrego Ponte Baixa, com área total de 673 hectares, compõe a bacia do Rio Pinheiros inserida na bacia do Alto Tietê. O exutório do córrego Ponte Baixa é composto por um canal a céu aberto que deságua na represa Guarapiranga, que é um dos principais reservatórios de abastecimento e produção de água da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIETÊ, 2009).

Segundo dados do IBGE (2010), a bacia possuía um total de 51.295 domicílios, enquanto 13.800 domicílios eram caracterizados como favelas - aproximadamente 27% em relação ao total (HABITASAMPA, 2016). De acordo com Silva (2019), previamente à intervenção, no perímetro do córrego Ponte Baixa estavam localizadas seis favelas que totalizavam 2.864 domicílios: Chácara Santana I, II e III; Jardim Letícia; Jardim Novo Santo Amaro I; Jardim Novo Santo Amaro II; Jardim São Luís II; Parque Figueira Grande V.

Essas favelas surgiram nos anos 1970 sobre áreas públicas. Ainda de acordo com Silva (2019), todas as favelas no entorno dos córregos Ponte Baixa (e de seu córrego afluente Jardim Letícia) apresentavam pelo menos um risco associado à ocupação, com exceção da favela Parque Figueira Grande V.

A intervenção realizada pelo PAC-Drenagem na área consiste em estruturação viária e macrodrenagem da sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia, contratada pela Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente (SVMA), com elaboração do projeto realizada pela Geométrica e execução pelo Consórcio Camargo Corrêa - Mendes Júnior. As obras duraram entre 2013 e 2018. Além dos recursos oriundos do PAC-Drenagem (R\$ 2,95 bilhões), o financiamento foi complementado com contrapartidas da Prefeitura Municipal de São Paulo (PMSP) (R\$ 1,75 bilhões).



Base Cartográfica: Geosampa.

#### LEGENDA

#### Áreas de estudo

Sub-bacia Ponte Baixa

Microbacia Sapé

Bacia Jaguaré

Represas

São Paulo

Limites municipais

Subprefeituras

Hidrografia

0 5 10 15 km

**Figura 2. Localização das áreas de estudo.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2019) a partir de dados disponibilizados no portal Geosampa.

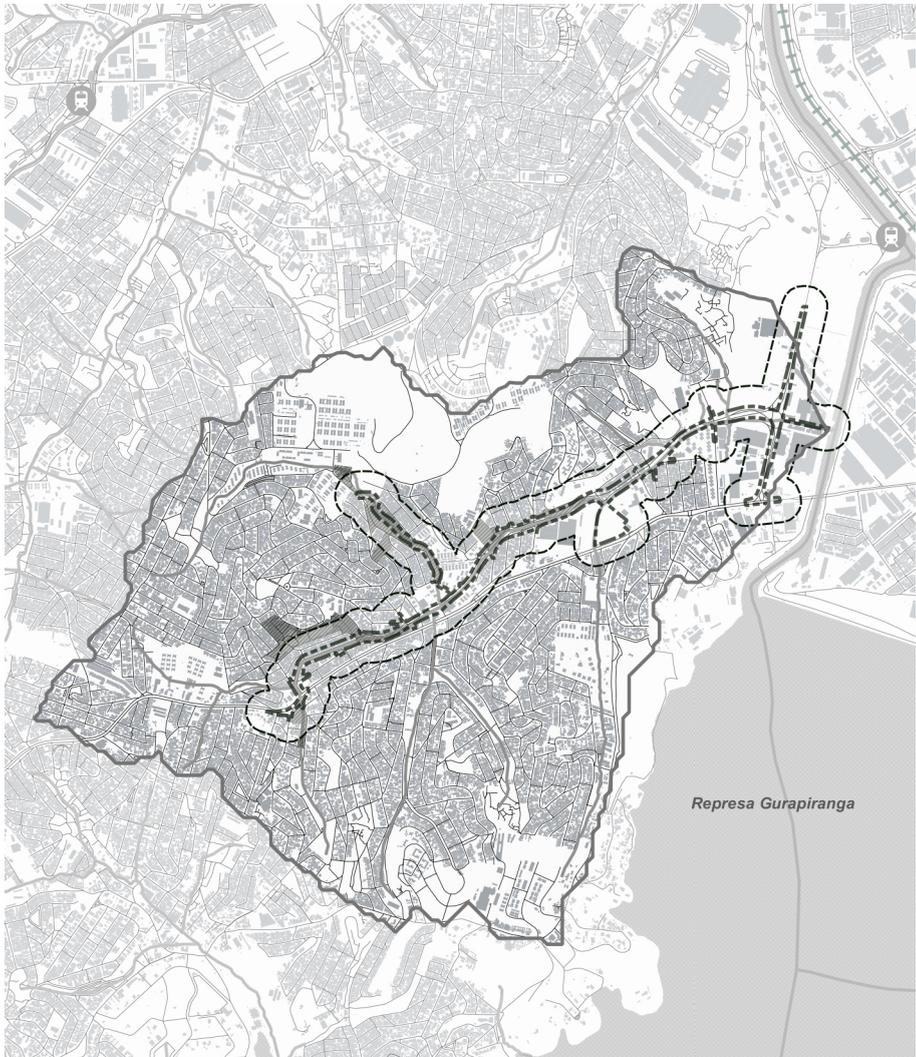
Na **Figura 3**, tem-se a área de intervenção da canalização do córrego e implantação da Avenida Luiz Gushiken, bem como a área de intervenção do Jardim Letícia, que consistiu na remoção de assentamentos precários sobre o córrego e implantação de Parque Linear. A intervenção específica realizada no Jardim Letícia pode ser vista pela evolução histórica de ocupação do solo apresentada na **Figura 4**, em que houve a remoção parcial da população que vivia ali.

A bacia do córrego Ponte Baixa possui alta densidade habitacional (em média 520 hab/ha) e seus residentes apresentam baixos rendimentos nominais médios mensais que variam entre 1 e 2 salários-mínimos. Algumas áreas abrigam famílias com menos de 1 salário-mínimo (IBGE, 2010). Há poucos terrenos vazios disponíveis e o desenho urbano é orgânico, com pequenos lotes e ocupação densa. Mais de 80% das construções são do tipo residencial horizontal e 41% avaliadas como unidades de baixo padrão (IBGE, 2010).

Logo, é uma bacia que conta com forte presença de favelas e loteamentos irregulares de baixo poder aquisitivo. Da área total da bacia, 19% correspondem a uma área vegetada, incluindo a área verde do Cemitério do Jardim São Luís. Além disso, quase 9% dos domicílios apresentam descarte irregular de resíduos no logradouro e não possuem infraestrutura básica de microdrenagem – boca-de-lobo, bueiro e meio-fio. Por outro lado, menos de 0,4% dos domicílios possuem esgoto a céu aberto.

Quanto à análise morfométrica, a bacia do córrego Ponte Baixa possui formato próximo ao circular, aumentando a probabilidade de inundações. Isto porque seu tempo de concentração é baixo e a água escoada de distintos pontos do terreno tendem a chegar ao exutório e ao córrego principal ao mesmo tempo.

O levantamento de ocorrências de alagamento e inundação confirmam o tipo de análise morfométrica. Pesquisa realizada em eventos anteriores à obra revelou o acontecimento mais crítico, em 21 de dezembro de 2010, que motivou maior mobilização para execução das intervenções na bacia. Naquela data, foi registrado um ponto de alagamento no entroncamento das avenidas Guido Caloi e Guarapiranga. E, também, a inundação do canal em galeria no Conjunto das Américas, provocando o óbito de uma professora na ocasião (MULHER TENTA SALVAR..., 2010).



Base Cartográfica: Geosampa.

0 300 600 900 m



#### LEGENDA

 Área Diretamente Afetada

 Área de influência direta

 Favelas removidas

 Sub-bacia do Ponte Baixa

 Edificações

 Hidrografia

 Estação Metrô

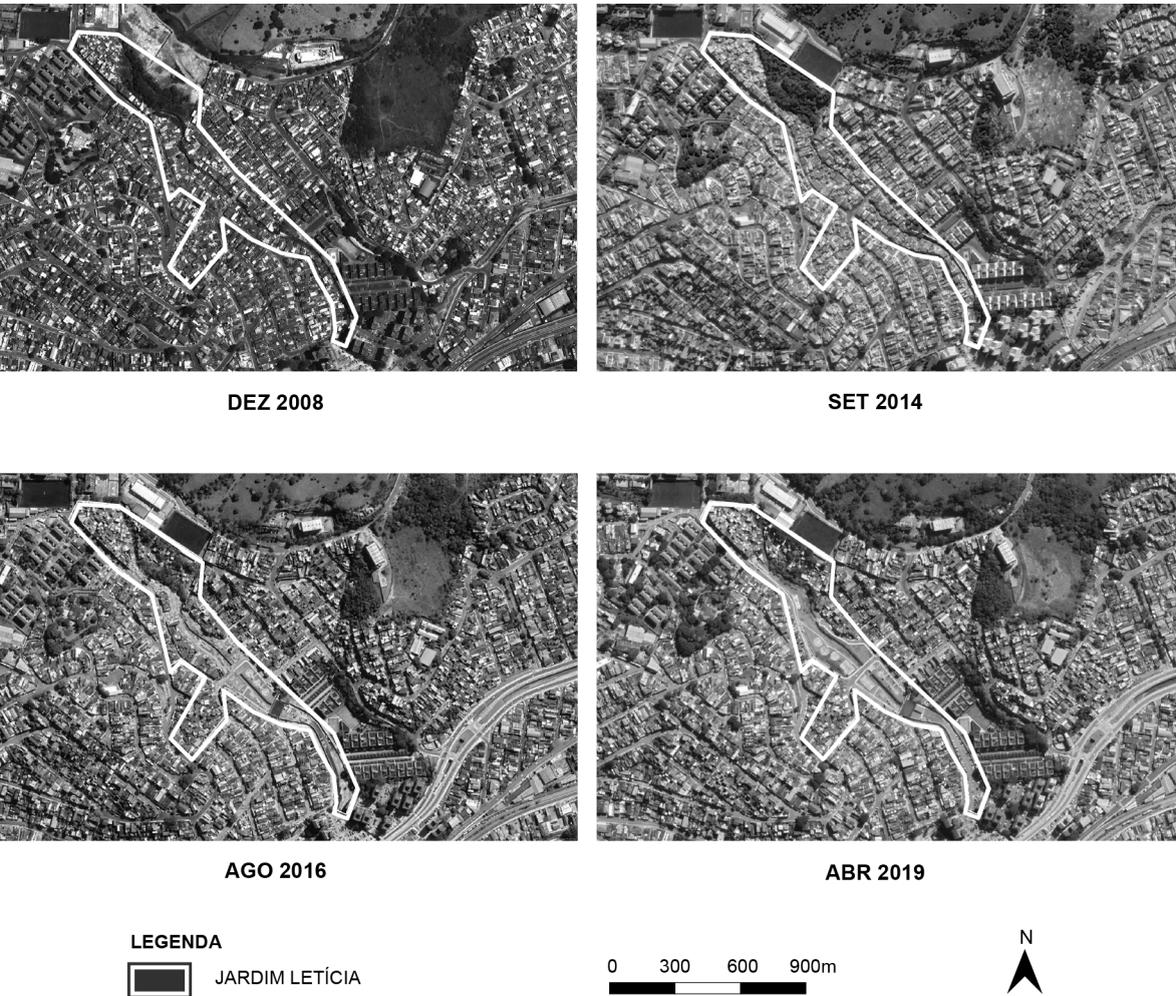
 Linha 05 - Lilás

 Estação Trem

 Linha de trem

**Figura 3. Área de intervenção do PAC-Drenagem Ponte Baixa e Jardim Letícia.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com dados disponibilizados no Geosampa (mapa-base de 2004 a 2008).



**Figura 4.** Histórico de ocupação da área de intervenção do Jardim Letícia.

Fonte: Elaboração própria dos autores (2020) com dados do Google Earth.

Severos danos materiais também ocorreram em consequência da formação de uma voçoroca que levou à queda de um veículo estacionado na rua Daniel Klein. De acordo com Silva (2019), o trecho canalizado, na rua Leonilda Kimori, quando sofreu inundação, apresentava água acima do nível da rua, causando remanso e transporte de uma grande quantidade de resíduos sólidos.

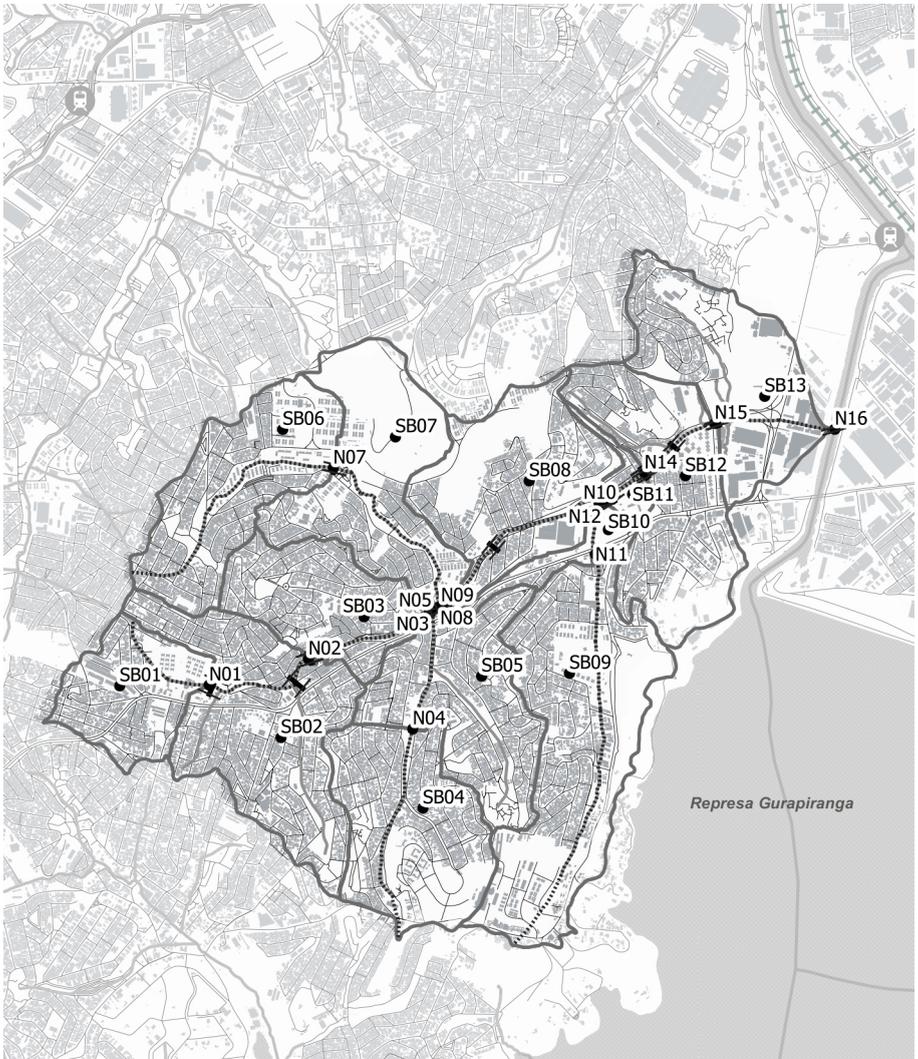
Apesar das infraestruturas de drenagem instaladas, a região da bacia do córrego Ponte Baixa registrou eventos de inundação e alagamento após a entrega das obras. Em 2016, três eventos de transbordamento na Avenida Guarapiranga e na Avenida Luiz Gushiken foram noticiados. Já em 2018, ocorreram dois eventos de transbordamento na Avenida Luiz Gushiken e, em 2019, mais outros dois eventos de alagamento e dois de transbordamento no mesmo logradouro. Tais ocorrências foram adotadas na consideração da modelagem hidrológica para calibração do modelo.

A modelagem hidrológica considerou as chuvas críticas de referência usuais para projetos de drenagem urbana: TR 10 anos (probabilidade de ocorrência de 10% a cada ano), equivalente a 77,5 mm de chuva durante 2 horas seguidas; TR 25 anos (probabilidade de ocorrência de 4% a cada ano), que equivale a 92,2 mm de chuva durante 2 horas seguidas; e TR 100 anos (probabilidade de ocorrência de 1% a cada ano), que corresponde à precipitação de 113,9 mm durante 2 horas seguidas.

A topologia da bacia, mapa esquemático com as sub-bacias e nós de simulação adotados na modelagem hidrológica, está mostrada na **Figura 5**. O Nó 16 corresponde ao exutório (ponto de deságue) da bacia do Canal de Guarapiranga. As vazões máximas observadas nesse local para os TRs 10, 25 e 100 anos foram, respectivamente, de 100,6 m<sup>3</sup>/s, 128,1 m<sup>3</sup>/s e 169,6 m<sup>3</sup>/s. No gráfico da **Figura 6**, observa-se o hidrograma (gráfico da evolução das vazões no tempo, para uma dada seção do curso d'água) no exutório para os três TRs estudados.

A modelagem hidráulica demonstrou que não haverá transbordamento para as cheias de projeto - TR 10, 25 e 100 anos. No entanto, observam-se trechos nos quais a capacidade do canal construído fica no limite para a chuva de TR 100 anos, conforme apresentado no gráfico da **Figura 7**.

A seção mais crítica identificada na modelagem está localizada na Avenida Thomás do Vale, entre as ruas José Teodoro de Lima (montante) e Macedônio Fernandes (jusante). Além de receber a contribuição de um córrego afluente na margem esquerda, neste ponto a jusante, ocorre mudança da seção do canal, passando de uma seção aberta para uma galeria fechada. Para a cheia de projeto correspondente a TR 100, essa galeria chegaria a entrar em carga, porém, uma vez que a cota da rua nesta seção está em 728,68 m e a linha d'água em 725,12 m, provavelmente não ocorrerá transbordamento para a rua.



Base Cartográfica: Geosampa.

0 300 600 900 m

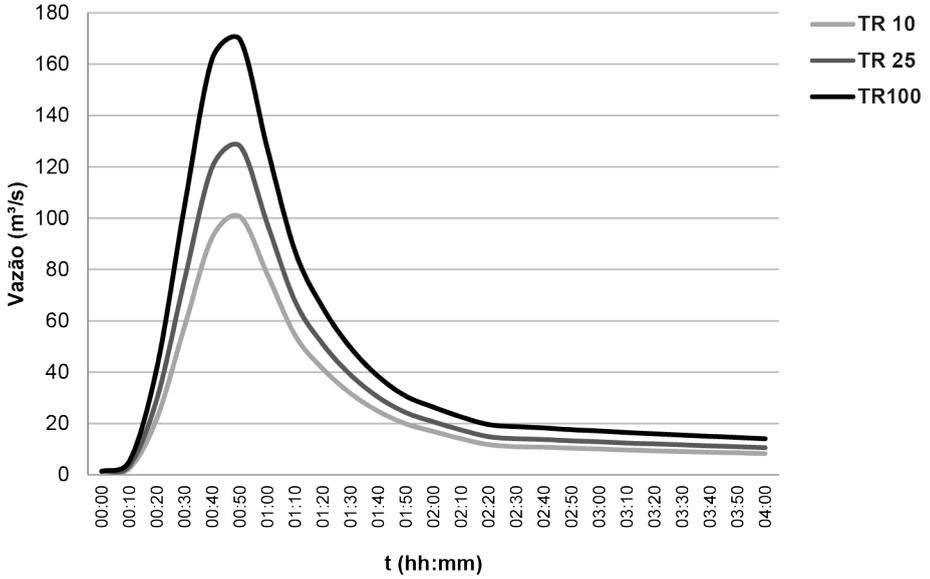


**LEGENDA**

- Nós
- ..... Talvegues
- ▭ Microbacias da modelagem
- ▬ Seções
- ▭ Sub-bacia do Ponte Baixa
- Edificações
- Hidrografia
- 🚇 Estação Metrô
- - - Linha 05 - Lilás
- 🚂 Estação Trem
- ⚓ Linha de trem

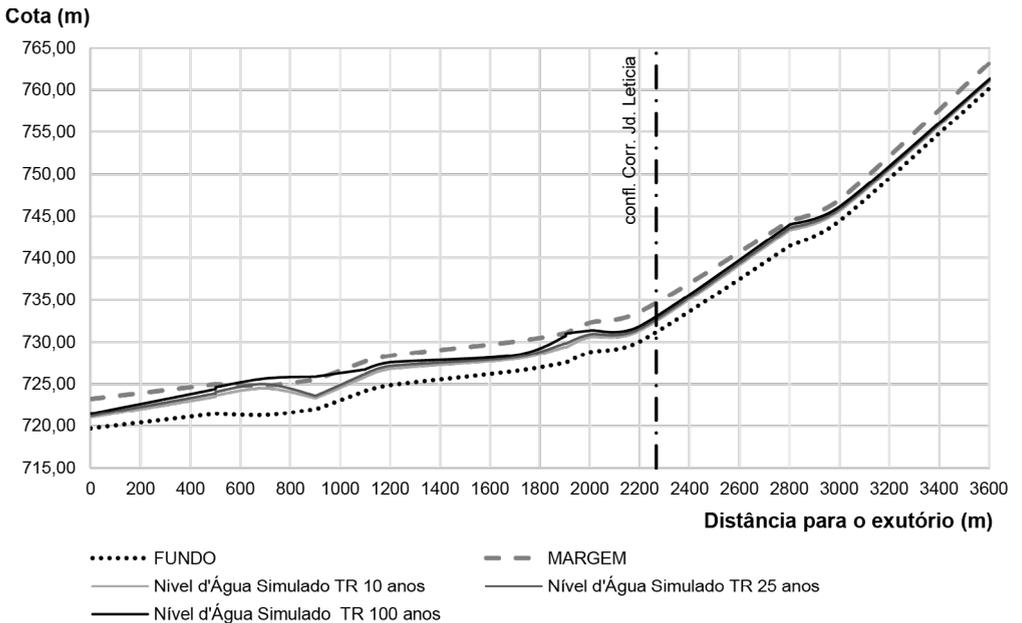
**Figura 5. Divisão de microbacias, trechos e nós da modelagem da bacia do córrego Ponte Baixa.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2020).



**Figura 6. Hidrograma do exutório da bacia do córrego Ponte Baixa.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2020).



**Figura 7. Linhas d'água simuladas do córrego Ponte Baixa.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2021).

Santos (2021) analisou as condições da mesma bacia considerando-se a perspectiva da mudança de clima. A investigação baseou-se no estudo das precipitações realizado por Coelho (2014), que examinou a não estacionariedade da precipitação em São Paulo e as implicações para o sistema de drenagem urbana. O cenário simulado mostrou que, considerando a não estacionariedade da série de precipitações<sup>9</sup>, as vazões de projeto seriam ainda maiores, provocando transbordamentos em diversos trechos do canal.

Na solução adotada para o córrego Ponte Baixa, a questão viária prevaleceu sobre a drenagem, assumindo papel determinante nesta escolha, uma vez que foi implantada às margens do canal uma nova avenida em espaço anteriormente ocupado por favelas. Como o objetivo era prover a região de um eixo alternativo e complementar à Estrada do M'Boi Mirim, sobrecarregada com os engarrafamentos, a construção de via marginal com maior número de pistas possível foi imposta como condicionante para a drenagem. Isto acabou por confinar o curso d'água a um canal ampliado, retificado e de revestimento liso de concreto, proporcionando escoamentos rápidos. Além disso, optou-se, no decorrer da obra, por não implantar o reservatório de detenção inicialmente previsto, alegando-se que a ampliação do canal seria suficiente para o controle das cheias.

Em relação ao córrego do Jardim Letícia, os principais problemas identificados foram a descontinuidade do parque linear e o tamponamento do córrego no trecho interno ao condomínio, o que amplia o risco das inundações a montante pelo remanso das águas. As seções implantadas, no entanto, comportam a cheia de TR 100 anos para o cenário atual, sendo necessárias avaliações complementares para o cenário futuro.

Conclui-se que o projeto de drenagem adotado está orientado pela linha convencional fundamentada no transporte de vazões. Tem por elemento estruturante o sistema viário, em seu modal rodoviário, o que, embora tenha contribuído para atenuar os problemas de tráfego de modo geral, limitou consideravelmente as soluções possíveis para a drenagem. Contudo, a adoção

---

9. A estacionariedade das séries de precipitação se refere ao fato de que, apesar das flutuações aleatórias existentes da sua variabilidade natural, as observações amostrais são invariantes com relação à cronologia de suas ocorrências. Já o comportamento não estacionário está associado a questões como a mudança do clima, potencializada pelo aumento de emissões de gases do efeito estufa (GEE), ou ainda a ocorrência de fenômenos naturais de grande escala, tais como o *El Niño* Oscilação Sul (COELHO, 2014).

de um sistema fundamentado em múltiplas soluções, como reservação, escoamentos lentos, calha mista, parque ao longo da via, poderiam contemplar a demanda de mobilidade e também de drenagem sustentável.

Em relação aos aspectos de drenagem e questões urbanísticas, notou-se que a interface das intervenções com os assentamentos precários ocorreu por conta dos processos de remoção e reassentamento viabilizados pelo programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV). Não houve a intenção de urbanizar o território tampouco de minimizar a quantidade de remoções de favelas. Portanto, a implantação do Parque Linear do Jardim Letícia foi uma obra parcial no corpo d'água que não tratou o restante dos problemas dos assentamentos precários.

Ao considerar o conjunto da intervenção, a melhoria da qualidade ambiental ficou muito restrita ao objetivo de controle de inundações, porém, sem alterar o padrão de tratamento dos cursos d'água e da solução de remoção total das favelas.

## **Bacia do Sapé**

A microbacia do Sapé possui área total de 1,17 km<sup>2</sup> e tem como principal curso d'água o córrego do Sapé, o qual, após encontrar as águas do ribeirão do Jaguaré, deságua no rio Pinheiros. Referente à presença de assentamentos precários, segundo o mapeamento disponível no Geosampa/Habitasampa (2016), a concentração de favelas se dá ao longo do córrego do Sapé, localizado entre a Rodovia Raposo Tavares e a Avenida Politécnica.

A bacia do Sapé possui forma alongada, pois acompanha a extensão do córrego que lhe deu o nome, e não apresenta altas densidades domiciliares. Contudo, destacam-se maiores densidades concentradas na Favela do Sapé e intermediações. A maior parte da área apresenta densidade habitacional entre 50 e 150 hab./ha, e as áreas de maior densidade domiciliar superam 300 hab./ha.

A bacia apresenta predominância de renda mensal por responsável entre 1 e 2 salários-mínimos (mais de metade do território). Certa parte da população tem renda entre 2 e 5 salários-mínimos, enquanto algumas áreas possuem renda menor do que 1 salário-mínimo. Essas áreas são as mais precárias, a saber: Favela do Sapé e adjacências; e região próxima ao Parque Raposo Tavares (IBGE, 2010).

A bacia possui poucos vazios urbanos. Sua morfologia é composta por um desenho orgânico e não uniforme com lotes pequenos e ocupação densa. Referente à vegetação, por se tratar de bacia amplamente urbanizada, há fragmentos espalhados e poucos remanescentes de vegetação mesmo após a criação do Parque Linear, próximo à Rodovia Raposo Tavares.

Antes de ser objeto de intervenção do PAC-UAP, a Favela do Sapé tinha ocupação intensa ao longo do córrego, sendo em sua maioria casas de alvenaria, habitações precárias e insalubres e muitos domicílios de madeira. Em 2004, a SEHAB/PMSP iniciou intervenções pontuais na área, removendo algumas famílias de áreas de risco e um processo de regularização que culminou na emissão de 1.275 termos de concessão (VENTURA, 2019). Grosbaum (2012) explica isso como uma inversão da ordem historicamente verificada em projetos públicos na medida em que a obtenção da regularização da posse ocorreu anteriormente à regularização urbanística.

Por terem sido pontuais e pouco abrangentes, as ações não impediram o acesso de novas famílias a essas áreas de risco tampouco conseguiram solucionar os graves problemas sociais e ambientais enfrentados pela população. Dessa forma, a proximidade com o córrego, aliada à ausência de infraestrutura, resultaram em frequentes enchentes e inundações. Para Brandão e Leitão (2017), a instalação das edificações em áreas de fundo de vale propiciava a convivência constante com os riscos de inundações e alagamentos decorrentes do lançamento diretos do esgoto sanitário no córrego, culminando, inclusive, em alguns eventos catastróficos nos anos de 2007 e 2008 com perdas humanas. Nesse mesmo período, a área da favela ingressou no Programa Córrego Limpo, desenvolvido pela Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo – Sabesp, em parceria com a PMSP, com o objetivo de realizar intervenções nos córregos urbanos com vistas à sua despoluição.

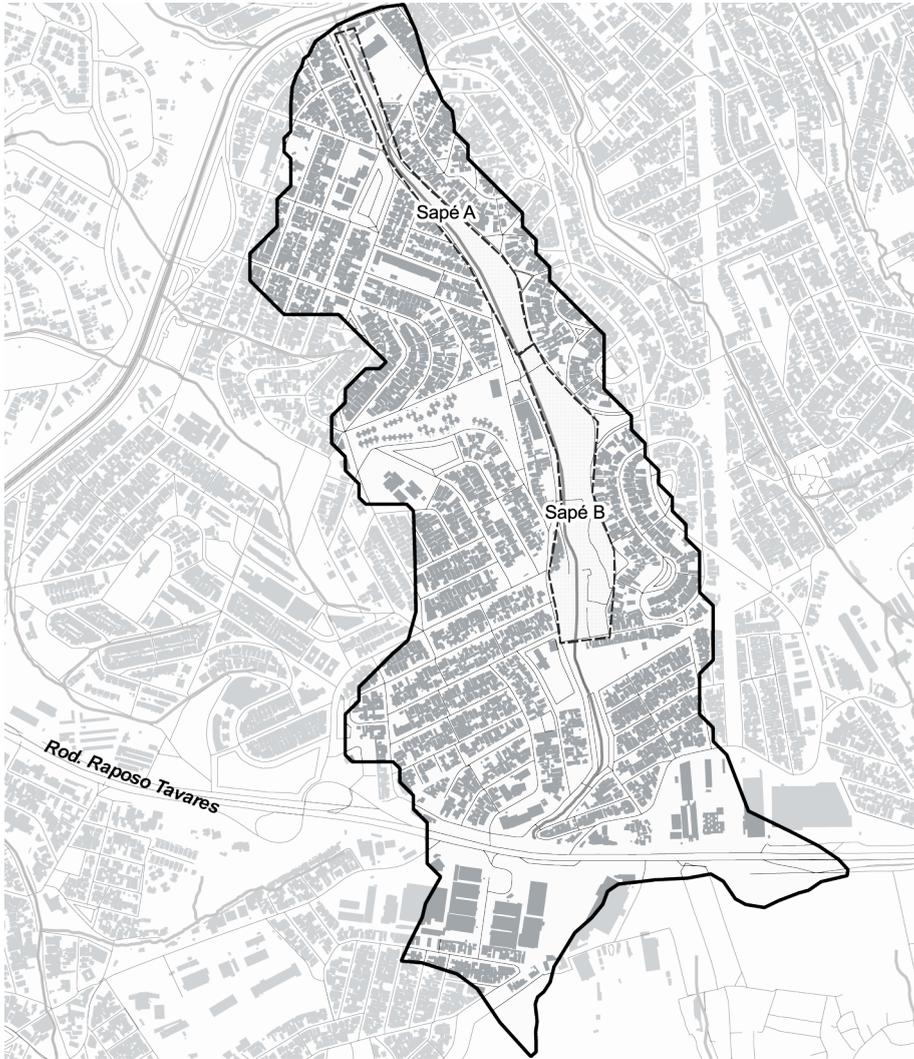
Já no programa “100 Parques para São Paulo” foi prevista a construção de um parque linear ao longo do córrego, estendendo-se desde a Rodovia Raposo Tavares até o deságue no ribeirão do Jaguaré. No entanto, após a primeira fase de implantação, finalizada em 2009, o parque linear ocupou uma extensão de aproximadamente 500 metros entre a Rodovia Raposo Tavares e a Avenida Calixto Garcia. A segunda fase de implantação do parque, que atravessava áreas de riscos e de intensa degradação dos recursos hídricos da Favela do Sapé, e que necessitava de outras ações de intervenção e desapropriações, foi adiada (PIZARRO; LINO, 2012).

Tais ações de intervenção já iniciadas, e aliadas a eventos cada vez mais intensos de enchentes e alagamentos, contribuíram para a seleção da área para urbanização no programa PAC-UAP. Assim, o projeto de urbanização da Favela do Sapé foi contratado pela SEHAB e a execução das obras foi dividida entre dois consórcios: Sapé A e Sapé B (**Figura 8**).

O consórcio Engelux/Galvão ficou responsável por executar as obras do Sapé A, enquanto as obras do Sapé B foram feitas pelo consórcio ETEMP/Croma. Para ambas as áreas, o projeto urbanístico foi elaborado pela empresa Base Urbana para promover a integração das intervenções propostas e dos diversos projetos complementares. Os valores licitados para as áreas Sapé A e Sapé B foram, respectivamente, de R\$ 43.352.050,16 e R\$ 34.816.088,36. Porém, ao final das obras, os valores gastos acabaram sendo bem superiores aos planejados, ficando em R\$ 58.060.785,80 e R\$ 52.503.884,75, respectivamente (VENTURA, 2019).

As licitações ocorreram em 2009 e as obras dos primeiros condomínios verticais tiveram início no ano seguinte. Em 2011, houve a necessidade de reformulação do projeto inicial — sobretudo, para adequar as áreas de contribuição, adicionar a área a jusante da Favela do Sapé até o lançamento no ribeirão Jaguaré, adequar o traçado e a vazão de dimensionamento do canal para a consideração deste novo trecho e para adequação com o projeto urbanístico. Mesmo com a reformulação do projeto, alguns condomínios residenciais previstos para reassentamento das famílias removidas não foram construídos: o condomínio H foi inviabilizado devido ao fato de um dos trechos pertencer à área privada, enquanto os condomínios D e E, que já tinham espaço desapropriado para construção, também foram inviabilizados por falta de recurso.

Na **Figura 9**, tem-se a evolução histórica da área de intervenção do projeto, mostrando uma região com alta densidade residencial no entorno do córrego antes das obras (2010), o início das primeiras remoções oriundas da intervenção (2011) e como ficou a área após a entrega dos condomínios residenciais (2017). Na situação pós-intervenção (2020), observa-se a presença de novas ocupações nas áreas destinadas à construção dos condomínios D e E (destacadas no círculo). Vale ressaltar que, em 2020, foi realizada nova licitação para contemplar a construção dos condomínios D e E.



Base Cartográfica: Geosampa.

#### LEGENDA

— Área de projeto de Urbanização da Favela do Sapé

■ Edificação

□ Microbacia do Sapé

— Hidrografia

0 250 500 m

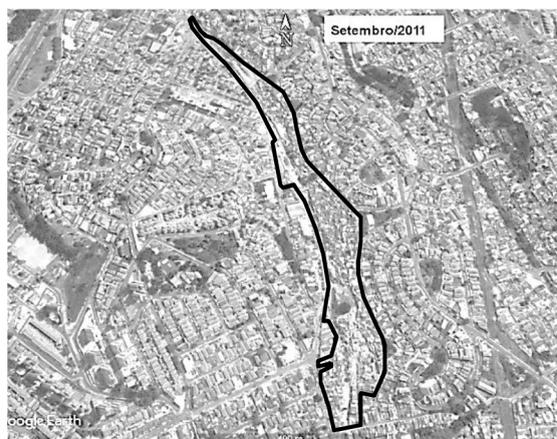


**Figura 8.** Área de intervenção do PAC-UAP Favela do Sapé.

**Fonte:** Elaboração própria dos autores (2020) com apoio dos dados disponibilizados do Geosampa (mapa-base de 2004 a 2008).



SET 2010



SET 2011



JUL 2017



AGO 2020

**LEGENDA**

-  BACIA DO SAPÉ
-  ÁREAS DESTINADAS D, E

0 300 600 900m



**Figura 9. Histórico de ocupação da Favela do Sapé.**

Fonte: Elaboração própria dos autores (2021) com dados do Google Earth.

Para a modelagem hidrológica da bacia, foram definidos cinco pontos de interesse para elaboração dos hidrogramas (**Figura 10**):

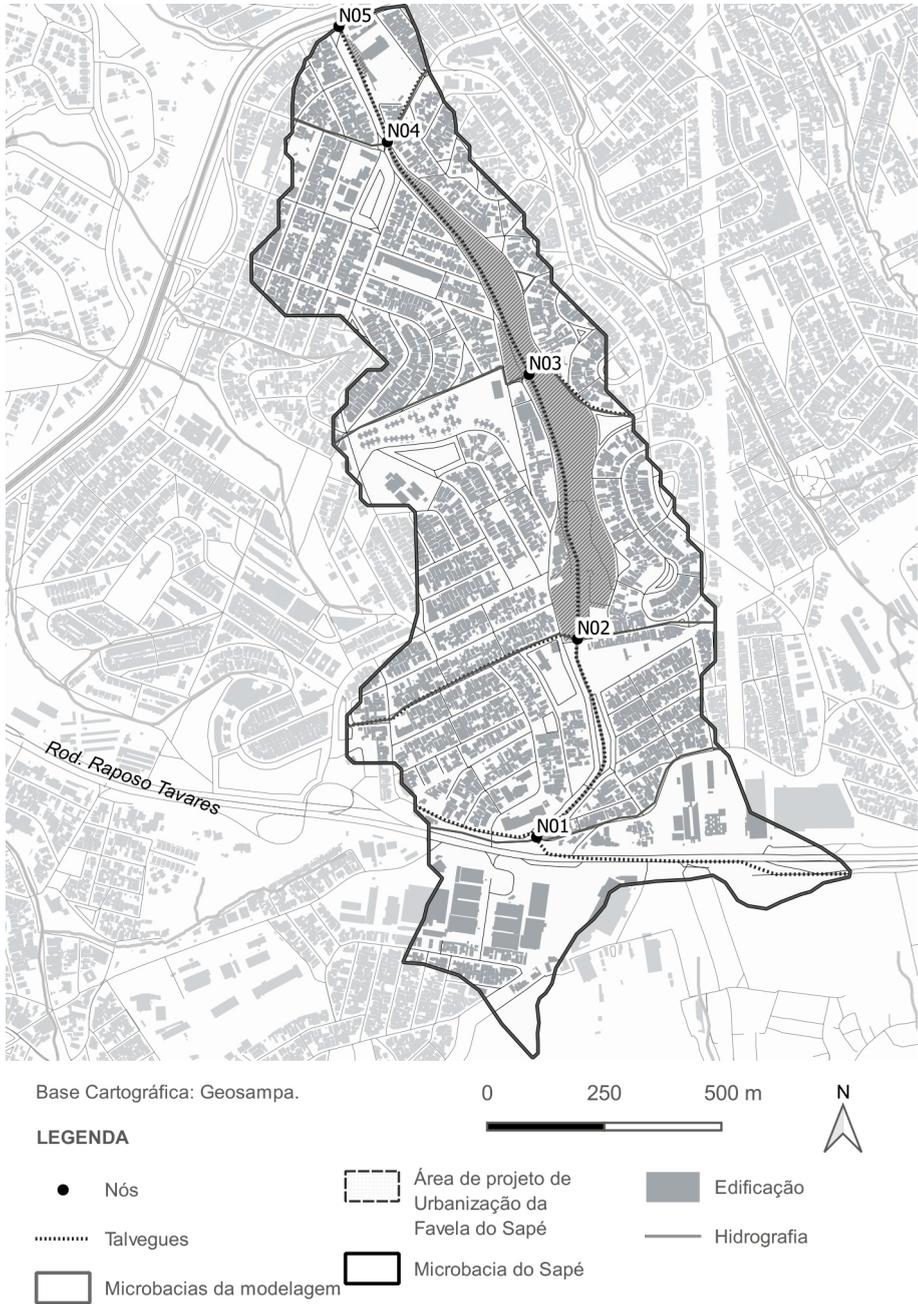
- **N01:** nascente do córrego do Sapé, situado junto à Rodovia Raposo Tavares, e que recebe contribuição de parte da drenagem da rodovia e áreas do entorno;
- **N02:** início da Favela do Sapé B, ponto de travessia em bueiro situado na rua Calixto Garcia e que delimita o início da obra de canalização do PAC;
- **N03:** início da Favela do Sapé A, situado na rua Terezinha do Carmo Cubatelli;
- **N04:** final da Favela do Sapé A, situado na Avenida Rio Pequeno;
- **N05:** foz do córrego, com lançamento no ribeirão Jaguaré.

Oriundo de intervenções anteriores, o córrego entre os nós N01 e N02 segue em canal aberto do tipo gabião, com exceção do trecho entre as ruas Sampaio Freire e Rafael Barbosa, que é de seção fechada em concreto. Na intervenção realizada pelo PAC-UAP, canalizou-se o córrego do Sapé a partir do trecho iniciado no N02, o qual anteriormente seguia em leito natural e passou a seguir em canal aberto, em gabião, com travessias em aduelas de concreto situadas nos cruzamentos de algumas ruas e em áreas de convívio social. No lançamento no ribeirão Jaguaré, após o cruzamento com a Avenida Escola Politécnica, ocorre travessia em duas galerias celulares retangulares, também oriundas de intervenções anteriores.

Utilizando como chuva de projeto o Posto IAG/USP (SÃO PAULO, 2018), com dados de 1933 a 1997, obteve-se as seguintes vazões máximas observadas no exutório da bacia para os TR 10, 25 e 100 anos, respectivamente: 18,9 m<sup>3</sup>/s, 24,1 m<sup>3</sup>/s e 32,0 m<sup>3</sup>/s.

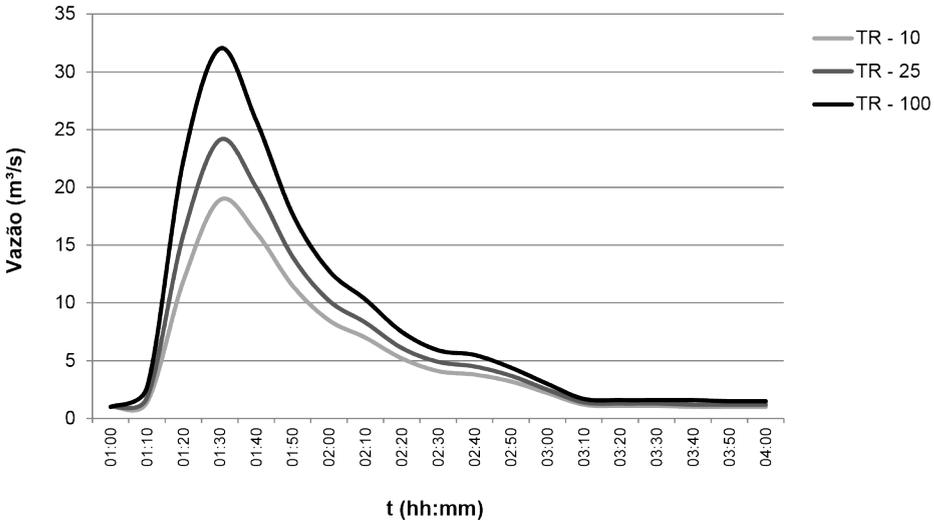
No gráfico da **Figura 11**, observa-se o hidrograma para o exutório da bacia no ponto N05. O canal foi executado segundo uma vazão de dimensionamento de 24,02 m<sup>3</sup>/s. Segundo nossa modelagem, isso corresponde a um tempo de retorno próximo a 25 anos. A análise documental do projeto de canalização<sup>10</sup> indica que, apesar das orientações do Departamento de Águas e Energia

10. Documento “Desenvolvimento do Projeto de Canalização”. Favela do Sapé. Programa de Urbanização de Favelas/SEHAB/SABL. Fornecido pelo Engenheiro Carlos Eduardo Rinaldi, gerente comercial da Engelux, uma das empresas do consórcio responsável pela execução das obras do Sapé A, em 12 de abril de 2021.



**Figura 10.** Divisão de microbacias, trechos e nós da modelagem da bacia do córrego do Sapé.

Fonte: Elaboração própria dos autores (2020).



**Figura 11.** Hidrograma do exutório da bacia do Sapé.

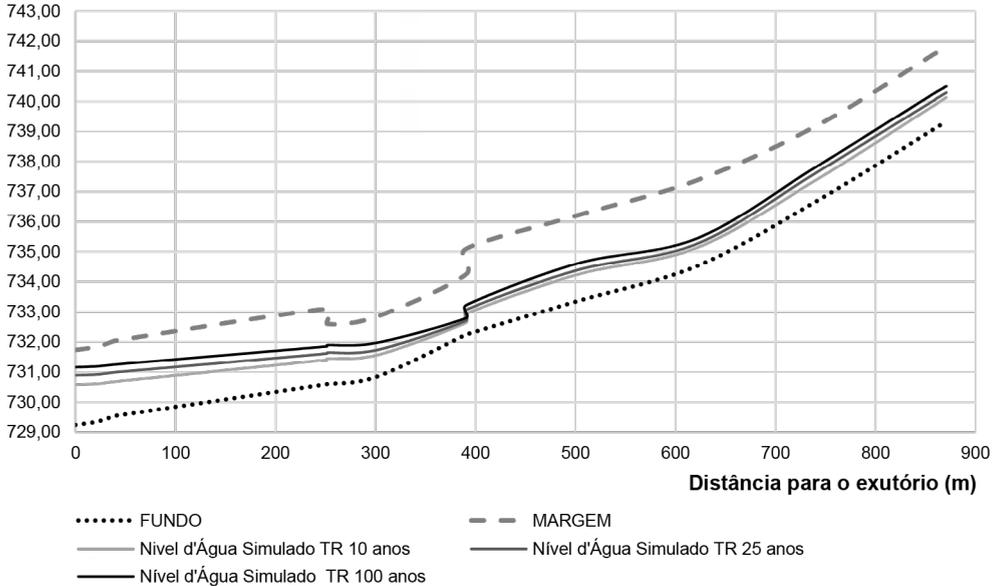
Fonte: Elaboração própria dos autores (2020).

Elétrica (DAEE) de se adotar o TR de 100 anos, para atingi-lo, a profundidade do canal seria desproporcional a sua largura, impactando na sua estabilidade e aumentando a relação corte/aterro e o consumo de materiais, o que se tornou inviável. Além da dificuldade em obter a altura hidráulica necessária para garantir o escoamento para o córrego Jaguaré.

A modelagem hidráulica demonstrou que não haverá transbordamento para as cheias de projeto - TR 10, 25 e 100 anos, de modo que o projeto atende à condição quantitativa, conforme observado na **Figura 12**.

Ressalta-se que, embora satisfatória do ponto de vista quantitativo, a solução adotada optou por suprimir a área de várzea e implantar canalização convencional, com alguns trechos tamponados e sem conexão com o entorno. Deste modo, o modelo implantado não atende aos objetivos da moderna drenagem urbana que inclui, para além dos aspectos quantitativos, a sustentabilidade, o amortecimento, os aspectos de qualidade (controle de poluição difusa), infiltração, paisagísticos e de recreação.

## Cota (m)



**Figura 12.** Linhas d'água simuladas do córrego do Sapé.

Fonte: Elaboração própria dos autores (2021).

O fato de o projeto ter sido dividido entre duas empreiteiras, com distribuição da responsabilidade de canalização do córrego a ambos os contratos, aliado à execução de obras em etapas, ainda facilitou a reocupação em áreas com potencial de utilização para melhoria da qualidade ambiental da favela e em áreas já previamente selecionadas para intervenção.

Já o projeto de urbanização trabalhou a solução habitacional de modo mais integrado às infraestruturas. Uma das evidências é o fato de que o projeto básico licitado previa uma seção única com 3,00 m de largura por 2,00 m de altura ao longo de todo o canal. Porém, no projeto executivo, o traçado do canal foi compatibilizado com o projeto de urbanismo, redefinindo os limites da área não edificável para maximizar o assentamento de moradores após a reurbanização da área. Dessa forma, o canal foi executado com largura variável, com seções do tipo retangular, do tipo T e em aduela, conforme vazão de projeto, condições topográficas e de contorno.

## CONFRONTANDO OS ESTUDOS DE CASO

O projeto viário e de macrodrenagem na sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia (PAC-Drenagem) e o projeto de urbanização da Favela do Sapé (PAC-UAP) são intervenções com escopos distintos. A intervenção no córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia ocorreu na escala da sub-bacia, com diagnóstico setorial e participação social somente na etapa de execução do projeto – audiências públicas oriundas dos processos de licenciamento ambiental. Já a intervenção no Sapé ocorreu em uma escala de microbacia e contou com diagnóstico setorial e participação social desde a elaboração do projeto.

Contudo, as áreas apresentam duas características que permitem colocá-las em diálogo: a presença e interferência sobre assentamentos precários situados ao longo de corpos d'água em que era recorrente o problema das inundações. As transformações urbanísticas e de infraestrutura e os impactos sociais gerados por ambas as intervenções permitem refletir sobre o tratamento da dimensão ambiental na intervenção em favelas.

Em relação às intervenções na sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia, segundo a entrevistada Rosana Oliveira<sup>11</sup>, a contratação pública do projeto foi realizada por licitação em termos de melhor técnica e menor valor. Inicialmente, estava prevista somente a canalização do corpo d'água e do viário, partindo do Novo Santo Amaro. Contudo, houve aumento do escopo do projeto levando a intervenção se estender até o Viaduto/Rua Daniel Klein.

O Termo de Referência para a contratação teve início na Secretaria de Infraestrutura e Obras (SIURB), com mudanças nas diretrizes de projeto e reuniões intersecretariais entre SIURB, SEHAB e SVMA.

A situação anterior à intervenção do PAC-UAP no Sapé era dada por refluxos no córrego, devido ao estrangulamento no mesmo por conta da ocupação em suas margens, segundo o depoimento do engenheiro civil Carlos Eduardo Rinaldi<sup>12</sup>. De acordo com o entrevistado, tais incidentes motivaram a intervenção.

---

11. Entrevista concedida por Rosana Oliveira, Diretora Técnica da Geométrica Engenharia de Projetos, em 24 de março de 2021.

12. Entrevista concedida pelo engenheiro civil Carlos Eduardo Rinaldi, Gerente Comercial da Engelux, uma das empresas do consórcio responsável pela execução das obras do Sapé A, em 24 de março de 2021.

De forma complementar, a entrevista realizada com um representante da SEHAB<sup>13</sup>, aponta que, anteriormente a 2004, as obras realizadas na região eram pontuais e focadas em contenção de encostas e drenagem. A partir daquele ano, mesmo com o início da regularização fundiária pela SEHAB, a ausência das obras de urbanização favoreceram a manutenção da precariedade da área. A inclusão da área no Programa Córrego Limpo e no Programa “100 Parques para São Paulo” da SVMA também ofereceu à área visibilidade para prioridade de intervenção. Em 2009, o Plano Municipal de Habitação priorizou ações em urbanização de favelas, adotando zonas que refletiam microbacias e trabalhando a questão de saneamento de modo integrado.

Do ponto de vista da drenagem, o projeto da sub-bacia do córrego Ponte Baixa e Jardim Letícia foca em medidas estruturais, lineares e centralizadas. Inicialmente, a previsão da canalização do córrego Ponte Baixa era totalmente em galeria fechada; contudo, a partir de diretrizes da SVMA, o projeto foi alterado prevendo as obras em canal aberto em todo projeto, com exceção de algumas áreas em que foi necessário realizar obras em galeria para transposições viárias. O revestimento adotado foi de canais em concreto. Na área do Jardim Letícia, foi prevista e executada para o córrego a implantação de um parque linear (**Figura 13**), mas a intervenção acabou não contemplando a extensão total do córrego. O projeto considerava ainda medidas de reservação. Após identificação de problema com escavação de rocha, o reservatório foi descartado como alternativa de solução.

Assim como na intervenção do córrego Ponte Baixa, no projeto de drenagem da urbanização da Favela do Sapé as medidas projetadas e executadas foram de cunho estrutural, lineares e centralizadas. A canalização proposta envolveu um sistema estrutural de macrodrenagem com 1,1 km de extensão, com seções abertas revestidas por gabião e seções fechadas com aduelas de concreto sobre algumas áreas de conexão viária e de convívio social. Também foi executado um parque linear com recuperação de 7 metros de cada lado do córrego. Foram previstas a construção de equipamentos públicos e de lazer, como quadras, praças, ciclovias, pontos de travessia e canteiros verdes. Porém, tais equipamentos foram parcialmente implantados, o que facilitou a reocupação dos espaços reservados para eles, bem como nos espaços

---

13. Entrevista concedida em 9 de março de 2021.



**Figura 13. Implantação parcial de infraestrutura de macrodrenagem no córrego Jd. Leticia.**

Fonte: Silva (2019).

reservados para a construção dos condomínios D e E e em trechos do parque linear em frente ao córrego (MISTURA, 2019; FORMICKI, 2016).

Em ambas as intervenções, foram realizadas remoções de habitação e algumas desapropriações devido à presença de assentamentos precários sobre o córrego e para viabilizar a implantação de outras infraestruturas. Nos dois casos, não foram realizadas intervenções de requalificação habitacional. No entanto, no caso do Sapé, as novas unidades habitacionais foram planejadas a partir de discussões com os moradores e considerando diferentes tipologias habitacionais para melhor atendê-los, além de estarem dispostas na área de forma a permitir também o acesso das moradias remanescentes ao parque linear e demais elementos de convívio e lazer implantados.

De acordo Grinover<sup>14</sup>, no caso do Sapé, o projeto não previu remoção

---

14. Entrevista concedida pela arquiteta e urbanista Marina Grinover, da Base Urbana, empresa responsável pelo projeto de Urbanização da Favela do Sapé, em 7 de abril de 2021.

completa, mas sim parcial, dando enfoque para áreas de risco (moradias construídas nas margens do canal e em áreas com riscos de deslizamento), áreas de melhoramento viário e áreas destinadas à implantação de infraestruturas. Segundo a entrevistada, havia uma diretriz da SEHAB de que o maior número de famílias pudesse retornar ao território, desejo também compartilhado pelos moradores, devido à Favela do Sapé estar localizada em um bairro consolidado e bem-estruturado do ponto de vista de serviços públicos.

Em relação aos espaços livres remanescentes, pretendeu-se ocupá-lo com áreas de lazer e centro comunitário como meio de evitar áreas disponíveis para reocupação. Foram contratadas pessoas da própria comunidade para auxiliar na segurança. O percentual de remoção na urbanização do Sapé foi de 61% com produção de 496 unidades habitacionais com reassentamento na área ou proximidades. No entanto, até o momento, ainda há 982 famílias aguardando a entrega de moradia. A solução alternativa adotada para isto foi o auxílio-aluguel (VENTURA, 2019).

Já as remoções nas intervenções do córrego Ponte Baixa atingiram 723 domicílios com produção de 470 unidades habitacionais nas proximidades. Segundo as entrevistas, em relação à habitação, o atendimento às famílias veio a ocorrer de dois a três anos posteriores às obras. Foram oferecidas como soluções alternativas o auxílio-aluguel e a indenização. Mas, assim como no caso do Sapé, ainda há famílias à espera de moradia.

No projeto original de intervenção do Sapé estavam previstos oito condomínios verticais dos quais apenas cinco foram concluídos. Por outro lado, novas obras foram incluídas e que não estavam orçadas, tais como a extensão do canal do Sapé até o ribeirão Jaguaré e a execução de um novo trecho coletor tronco de esgoto.

As mudanças entre o previsto e o executado na intervenção do Sapé decorreram dos seguintes motivos: (i) Mudança de metas de atendimento em função de alteração de valor de financiamento; (ii) Projeto obsoleto em relação à realidade da ocupação do início da obra (apesar da revisão do projeto, a dinâmica de ocupação e reocupação é muito intensa e não acompanha o tempo de execução das obras, fazendo com que o projeto previsto perca rapidamente sua consistência com a realidade); (iii) Projeto realizado em etapas, que acabou não sendo concluído devido à ausência ou interrupção de recursos.

Já o projeto do córrego Ponte Baixa teve ampliação de seu escopo e adequação das intervenções de macrodrenagem devido às diretrizes da SVMA no tratamento de corpo d'água. Grande parte das diretrizes dos projetos veio do Plano Diretor da Subprefeitura M'Boi Mirim e os TRs definidos a partir do plano de bacia existente – TRs de 100 anos para para chuvas de duração de 120 minutos. Após o desvio do Conjunto Habitacional Piraporinha (e o enfrentamento de problemas com escavação de rocha), um piscinão ligeiramente a montante à afluição do córrego Letícia, no córrego Ponte Baixa, foi desconsiderado, sendo a única proposta de reservação existente no projeto inicial e não concretizada.

De modo geral, os estudos de caso apresentam em comum a implantação de parque linear após remoção de famílias que residiam em assentamentos precários sobre o córrego. Porém, em ambos os casos, a contradição entre a remoção de famílias *versus* a promoção de melhorias ambientais e urbanísticas se faz presente.

A dinâmica de transformação intensa do uso e ocupação do solo em tais áreas gera um descompasso temporal e espacial entre o projeto planejado e o projeto executado. Como resultado disto, surgem dificuldades na implantação de projetos e novas necessidades em relação ao escopo inicial. Contudo, a limitação e o tempo de utilização de recursos financeiros muitas vezes não permite atender a essas novas necessidades, geralmente relacionadas a novas demandas por moradia e infraestruturas.

Nos dois estudos de caso, notou-se uma “negligência” ou “desconsideração” quanto à microdrenagem como aspecto relevante no manejo das águas pluviais. Apesar da intervenção no Sapé incluir projeto de microdrenagem, não há implantação de soluções alternativas com princípio de desenho urbano sensível às águas, mas sim concepção pautada em soluções convencionais de microdrenagem e baseadas em infraestruturas cinzas. Também não se identificou uma outra possibilidade de projeto, ou seja, de integração de soluções convencionais ou cinzas a soluções de drenagem que permitissem maior infiltração das águas de chuva no solo, como sistemas complementares.



**Figura 14.** Obras de canalização e viário na bacia do córrego Ponte Baixa.

Fonte: Silva (2019).

Percebeu-se a presença de alguns aspectos de inovação e de busca pela abordagem integrada entre solução de drenagem, desenho urbano (espaços livres) e habitação no estudo de caso relacionado à urbanização da Favela do Sapé. Por sua vez, o projeto viário e de macrodrenagem da bacia do córrego Ponte Baixa (**Figura 14**) se traduz no espaço urbano de modo mais convencional e com baixa qualidade ambiental no seu conjunto.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Semelhanças e diferenças foram destacadas entre as abordagens dos estudos de caso analisados. Apesar de possuírem escopos distintos, a comparação entre os projetos de drenagem permite vislumbrar como a dimensão ambiental é tratada nas intervenções em favelas.

Observa-se que os critérios de escolha de alternativas de projetos relacionados a infraestruturas de drenagem em favelas geralmente envolvem custos e limitação de recursos financeiros junto a condições de dificuldades de implantação da solução proposta. Consequentemente, acabam sujeitos a alterações nas concepções iniciais do projeto devido ao longo tempo para construção das obras. Conforme explica Petrarolli (2015), o tempo de urbanização em favela é complexo e tal intervenção deveria ser tratada sob o ponto de vista de uma reforma. Em outras palavras, muitos problemas surgem ao longo do processo de construção e podem ser resolvidos durante a obra. Isso coloca desafios para o projeto e sua execução. Em função disso, o projeto final é resultado do que foi de fato construído, o que nem sempre corresponde ao que foi inicialmente projetado.

Quanto ao padrão urbano impresso pelas intervenções, observa-se a prevalência da tradicional ocupação do fundo de vale por vias, privilegiando majoritariamente o modal individual de transporte, com canais retificados e transferência de eventos de cheia para jusante. Consequentemente, isso pode levar o problema das inundações para áreas mais baixas. Contudo, ao associar os elementos de drenagem como parte de um projeto integrado de urbanização, podem ser obtidas melhorias nas condições urbanísticas e de moradia da população, bem como adotadas soluções de tratamento distinto dos corpos d'água. Especialmente, mediante a adoção de revestimentos mais permeáveis para a canalização e a consideração do rio como um elemento da paisagem (**Figura 15**).

A modelagem hidrológica-hidráulica tem o potencial de contribuir para orientar a tomada de decisão no planejamento urbano, pois permite elaborar diferentes cenários ampliando o leque de soluções analisadas. Esse olhar ampliado também proporciona maior verificação do potencial de integração entre elas, facilitando a identificação de cenários otimizados. Entretanto, qualquer adoção de tecnologia, seja ela como metodologia de concepção, seja como avaliação das soluções adotadas, não está isenta de um debate político. A luta



**Figura 15.** Intervenção no Sapé e córrego canalizado.

Fonte: Santana (2019).

política pela justiça ambiental, direito à moradia, água e cidade se faz necessária para garantir que outros tipos de projetos sejam pensados e realizados.

Observa-se que em projetos específicos de macrodrenagem, o ganho ambiental está mensurado pelo tratamento da quantidade de escoamento e redução de eventos de inundação e alagamento. Essa visão acaba por reduzir a concepção da drenagem sob o ponto de vista do escoamento, vazão e volume de água, não sendo abordadas as demais funções como controle de qualidade das águas, possibilidades de tratamento paisagístico, oferta de espaços livres, recarga dos aquíferos, restabelecimento da fauna e flora aquáticas, provimento de áreas de convívio e de lazer.

Já ao olharmos as intervenções integradas de urbanização de favelas, é possível notar algumas percepções de ganho ambiental. Por exemplo, a adoção de uma visão que busque garantir a proteção ou requalificação da APP, gerando espaços públicos e comunitários, mas sem desconsiderar os impactos causados pelas remoções de moradias e pelo tratamento das áreas de risco, que demandam o equacionamento da solução habitacional quando a remoção é inevitável. Muitas das vezes, a qualificação é percebida quando se trata a drenagem junto a outros aspectos do saneamento ambiental, como esgotamento sanitário e tratamento de resíduos, provocando uma melhoria da qualidade da água do córrego e no ambiente. No entanto, o debate não se restringe às soluções técnicas; as contradições existem entre soluções aplicadas e impactos socioambientais.

De qualquer modo, não há um conceito claro sobre o que seriam os ganhos ambientais nas intervenções em favelas. A narrativa a ser empenhada dependerá da posição social ocupada pelo narrador nas redes de poder que envolvem as tomadas de decisões sobre as soluções e alternativas a serem adotadas.

Dessa forma, ressalta-se a importância da participação social desde a concepção do projeto e da necessidade da atuação engajada politicamente dos moradores e lideranças locais. Também é necessário que o poder público atue pautando os projetos a partir de novas concepções e diretrizes, e que ele também se comprometa com a manutenção dos espaços pós-obra, especialmente em contexto de vulnerabilidade social. A intersectorialidade é essencial para garantir que distintos entendimentos sobre projeto e soluções sejam articuladas e integradas. Por outro lado, ela ainda se apresenta como uma agenda e um desafio na urbanização de favelas e para garantir a apropriação pelos moradores.

## REFERÊNCIAS

- ADEGUN, O. B. When green is grievous: downsides in human-nature interactions in informal urban settlements. **Journal of Urbanism: International Research on Placemaking and Urban Sustainability**, v.11, n°3, p. 347-361, 08 maio, 2018. DOI <https://doi.org/10.1080/17549175.2018.1470102>
- AKAISHI, A. N.; SARAIVA, C. P.; CARDOSO, L. C.; SILVA, P. C. “O programa de aceleração do crescimento no contexto das urbanizações de favela em São Paulo”. In: CARDOSO, A. L.; DENALDI, R. (orgs.). **Urbanização de favelas no Brasil. Um balanço preliminar do PAC**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.
- ANDRADE, L.M.S.; BLUMENSCHHEIN, R.N. Cidades sensíveis à água: cidades verdes ou cidades compactas, eis a questão? **Revista Paranoá**, Brasília, n° 10, p. 59-76, 2013.
- BRANDÃO, A. J. D. N.; LEITÃO, K. “O Componente ambiental nas transformações físico-urbanísticas da Favela do Sapé”. In: ZUQUIM, M. L.; MAZO, L. M. S. (orgs.). **Barrios populares Medellín: favelas São Paulo**. São Paulo: FAUUSP, 2017.
- CAMPOS, J. N. B. **Lições em modelos e simulação hidrológica**. Fortaleza: ASTEF/Expressão Gráfica, 2009. 166 p.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2a edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.
- CARDOSO, A. L.; DENALDI, R. **Urbanização de Favelas no Brasil**. Um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.
- COELHO, G. A. **Análise da não estacionariedade da precipitação em São Paulo/SP e implicações sobre os sistemas de drenagem urbana**. 2014. 185 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Hidráulica e Ambiental) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014.
- COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO ALTO TIÊTE. **Plano da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê**: sumário executivo. São Paulo, 2009.
- FORMICKI, G. R. **Sapé Favela Cidade**. 2016. Graduação (em Arquitetura e Urbanismo) – FAUUSP, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

FERRARA, L. N.; FURIGO, R.; MORETTI, R. S.; SAMORA, P. R. “Saneamento básico e urbanização de favelas: os desafios de universalização à luz das especificidades de ocupação dos assentamentos precários”. In: FERREIRA, L.; OLIVEIRA, P.; IACOVINI, V. (orgs). **Dimensões do intervir em favelas: desafios e perspectivas**. Ied. São Paulo: Peabiru TCA e Coletivo Lablaje, v. 1, p. 104-111, 2019.

GRACIOSA, M. C. P. **Modelagem Hidrológica de Bacias Hidrográficas com o software HEC-HMS**. jul. 2020. Material didático do curso “Modelagem hidrológico-hidráulica de bacias hidrográficas com HEC-HMS e HEC-RAS.” PROEC/UFABC.

GROSBAUM, M. **O espaço público no processo de urbanização de favelas**. 2012, 189 p. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2012.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Censo 2010**. Disponível em <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 21 set. 2021.

MARTINS, M. L. R.; FERRARA, L. N. “Meio ambiente urbano: soluções urbanísticas e qualificação de assentamentos precários nas margens de mananciais paulistanos”. In: MULLER, L.; MARTINS, M. L. R. **Arquitectura e calidad socioambiental del Cono Sur**. Santa Fe: Universidad del Litoral; São Paulo, FAU/USP, 2016, p. 150-165.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Panorama do saneamento básico no Brasil** - vol 2.: Análise situacional do déficit em saneamento básico. MORAES, L. R. S. (coord). Brasília: Ministério das Cidades/ Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental, 2014. 340 p.

MISTURA, R. B. **Urbanização de assentamentos precários junto a corpos d’água**: as ações em áreas de preservação permanente no município de São Paulo. 2019. 171 p. Dissertação (Mestrado em Urbanismo) - Pontifícia Universidade Católica de Campinas, Campinas, São Paulo, 2019.

MULHER TENTA SALVAR... **G1**, São Paulo, 22 dez. 2010. Disponível em: <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2010/12/mulher-tenta-salvar-carro-e-arrastada-por-enxurrada-e-morre-em-sp.html>. Acesso em 6 out. 2021.

PAC - PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO. **Infraestrutura social e urbana - São Paulo/SP**. Data de referência: 30 jun. 2018. Disponível em <http://www.pac.gov.br/infraestrutura-social-e-urbana/sp>, acessado em 1 set. 2021.

PETRAROLLI, J. **O tempo nas urbanizações de favelas** - contratação e execução de obras do PAC no Grande ABC. 2015. 164 p. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, Santo André, 2015.

PIZARRO, E. P.; LINO, S. S. Parque linear do Sapé: O descompasso entre consciência e ação. **Revista LABVERDE**, no 4, p. 87–106, 20 jun. 2020.

SANTOS, G. O. S. **Riscos Climáticos e seus Impactos nas Inundações Urbanas - Análise da Exposição, Ameaça e Vulnerabilidade**. 2021. 86 p. Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental e Urbana) - Universidade Federal do ABC, Santo André, São Paulo, 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Precipitações intensas no Estado de São Paulo**. Departamento de Águas e Energia Elétrica – DAEE. São Paulo, 270 p., 2018. Disponível em <http://www.dae.sp.gov.br/site/hidrologia/>. Acesso em 1º set. 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê** – PDMAT. DAEE. São Paulo, 1999.

SÃO PAULO. **Manual de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais**. São Paulo, 2012. Disponível em: [https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento\\_urbano/biblioteca\\_digital/manual\\_de\\_drenagem/index.php?p=49018](https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/licenciamento/desenvolvimento_urbano/biblioteca_digital/manual_de_drenagem/index.php?p=49018) Acesso em 1 set. 2021.

SÃO PAULO. **Habitasampa**. 2016. Disponível em: <http://www.habitasampa.inf.br/>. Acesso em 1o set. 2021.

SÃO PAULO. **Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias**. Disponível em: <https://manualurbano.prefeitura.sp.gov.br/>. Acesso em 1o set. 2021.

SILVA, J. D. **Intervenções nos Córregos da Ponte Baixa e Jardim Letícia** - Soluções de Drenagem, Direito à Moradia e Integração Territorial. 2019. 204 p. Dissertação (Mestrado /em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, São Paulo, 2019.

TUCCI, C. E. M; PORTO, R. L. L; BARROS, M. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: ABRH/ Editora da Universidade/ UFRGS, 1995.

VENTURA, I. **Urbanização de favelas:** estudo sobre os diferentes tipos de intervenção. 202 p. 2019. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo, 2019.

WSUD Australian General Code; ACT Government - Environment, Planning and Sustainable Development. **Waterways Water Sensitive Urban Design General Codes.** Austrália, 2009.

# O COMPONENTE DRENAGEM EM URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

estudo de caso do Bolsão Audi-União,  
Curitiba, Paraná

Márcia Ferreira Prestes  
Simone Aparecida Polli  
Stella Maris da Cruz Bezerra  
Ana Caroline Mezomo Carneiro  
Letícia Giese de Andrade Cruz  
Luan Henrique Rechetelo dos Santos  
Raquel Guidolin de Paula

## Resumo

O capítulo examina a problemática das águas pluviais no complexo de ocupações precárias do Bolsão Audi-União, localizado na planície fluvial do rio Iguaçú, na franja leste da metrópole de Curitiba. O objetivo é analisar se as ações executadas de drenagem associadas à urbanização, entre 1995 e 2021, mitigaram o risco de inundação e melhoraram a qualidade de vida dos moradores. Ao mesmo tempo, busca-se identificar se a concepção dos projetos adota técnicas convencionais ou se apresenta inovação no manejo sustentável das águas pluviais. Os estudos de modelagem hidrológica e hidráulica mostraram que as obras mitigaram o risco de inundação. Constatou-se um aumento das áreas de infiltração e redução do volume de escoamento, especialmente através da solução dos parques lineares. Porém, verificou-se um descompasso entre a execução das obras estruturais de drenagem e o não tratamento paisagístico das áreas integrantes de medidas não estruturais.

**Márcia Ferreira Prestes**, **Simone Aparecida Polli** e **Stella Maris da Cruz Bezerra** são docentes do departamento de Arquitetura e Urbanismo (DEAAU) na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, pesquisadoras do Observatório das Metrópoles e do Laboratório de Urbanismo e Paisagismo (Lupa/UTFPR). **Ana Caroline Mezomo Carneiro** é arquiteta e urbanista, mestra em Planejamento e Governança Pública pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Letícia Giese de Andrade Cruz** é engenheira civil, mestranda no Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental na Universidade Federal do Paraná. **Luan Henrique Rechetelo dos Santos** é graduando em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Tecnológica Federal do Paraná. **Raquel Guidolin de Paula** é arquiteta e urbanista pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

## INTRODUÇÃO

Na grande metrópole de Curitiba, capital do estado do Paraná, diversas áreas de preservação permanente estão ocupadas por assentamentos precários, os quais ficam suscetíveis ao problema das inundações urbanas. Segundo o Plano Municipal de Regularização Fundiária em Áreas de Preservação Permanente (PMRF-APPs) de 2007, 63% das ocupações irregulares de Curitiba incidem em uma APP. Aproximadamente 50% dessas ocupações demandam ações de realocação por estarem em situação de risco. Silva, Vasco e Teixeira (2018) apontam que 49 assentamentos ou 19% do número de ocupações irregulares de Curitiba foram incorporados ao programa Urbanização de Assentamentos Precários (PAC), o qual contemplava o componente “drenagem” na composição de investimento das urbanizações. A principal diretriz é o atendimento à população em áreas sujeitas a fatores de risco, insalubridade ou degradação ambiental (BRASIL, 2007).

Grande parte da literatura especializada tem tratado as águas urbanas e o saneamento como obras de engenharia, sem analisar conjuntamente o processo de urbanização dos assentamentos precários. O diferencial desta pesquisa está em combinar tais abordagens e considerar as inundações num contexto de uso e ocupação do solo predominantemente de moradia precária no contexto de Curitiba e à luz das discussões da rede de pesquisa.

Inicialmente caracterizado pela precariedade socioambiental devido à inexistência de infraestrutura urbana e equipamentos sociais, baixo padrão construtivo das edificações e alta suscetibilidade ao risco de inundação, o Bolsão Audi-União tem sido objeto de inúmeros programas voltados à provisão de infraestrutura tendo como protagonista o componente “drenagem”. Neste capítulo, isto será descrito a partir de uma linha do tempo, mostrando como as intervenções contribuíram para a redução dos riscos de inundação.

A análise da eficiência das obras e intervenções realizadas na microbacia na área de estudo envolveu a aplicação de uma modelagem hidrológica. Essa modelagem gerou resultados que, posteriormente, foram utilizados para efetuar uma modelagem hidrodinâmica. Assim, foi possível obter as áreas de inundação da bacia para diferentes intensidades de chuva e para o estado de uso e ocupação de solo referente ao ano de 2014. Os principais resultados obtidos por meio da modelagem hidrológica e hidráulica da área de estudo do Bolsão Audi-União serão aqui apresentados.

Para cumprir esses objetivos, o texto está estruturado em quatro partes: (i) caracterização física e hidrológica da área de estudo e suas implicações no contexto da metrópole de Curitiba, buscando entender o problema da inundação no local; (ii) planos, projetos e obras implementadas na área ao longo do tempo; (iii) resultados da modelagem hidrológica e hidráulica realizadas na área, identificando a eficiência das obras; (iv) considerações sobre os desafios e avanços da abordagem integrada da drenagem e assentamentos precários.

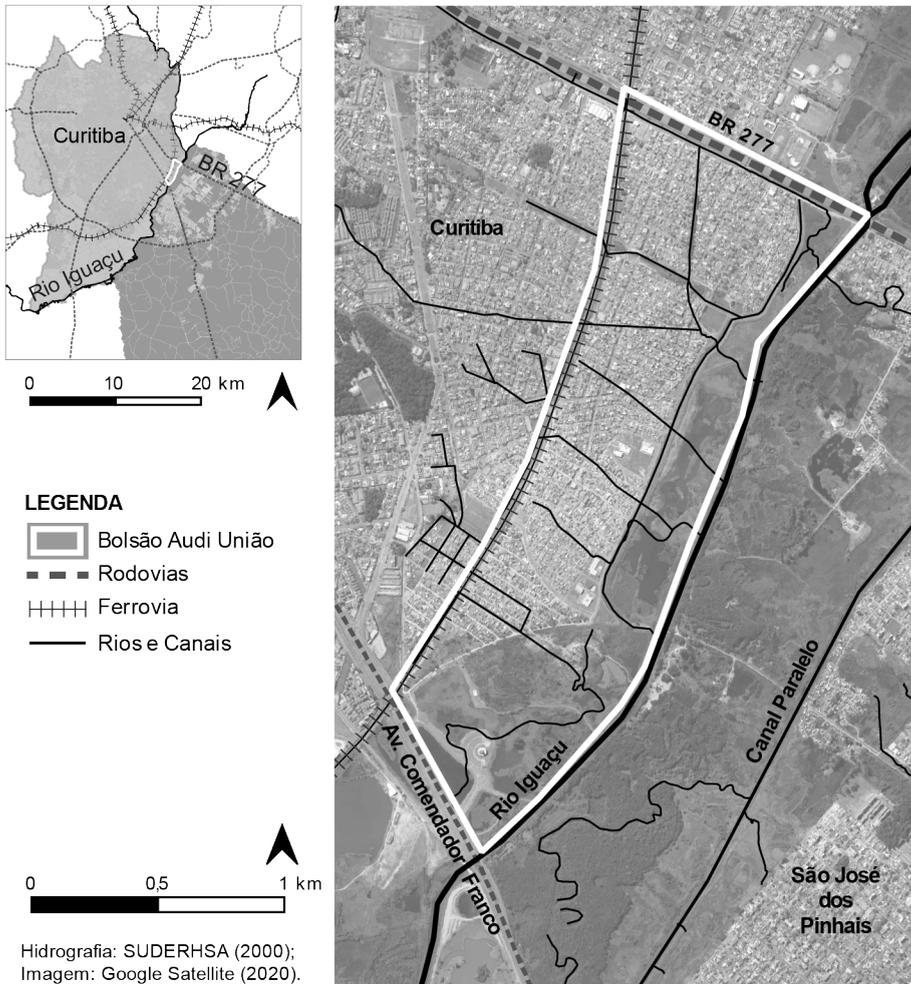
## CARACTERIZAÇÃO DO BOLSÃO AUDI-UNIÃO

O Bolsão Audi-União contempla um conjunto de ocupações precárias localizadas na região leste da metrópole, divisa dos municípios de Curitiba e São José dos Pinhais. A população residente, em 2010, era de aproximadamente 12 mil pessoas (IBGE, 2010). Dentre as vilas existentes no local estão a União Ferroviária, Audi, Yasmim e os jardins União e Icarai.

A área de 218 hectares tem como limites, a norte, a BR-277, que liga Curitiba ao litoral paranaense; a leste, o rio Iguaçu; a oeste, a linha férrea Curitiba-Lapa/Ponta Grossa; e a sul, a Avenida Comendador Franco, que liga o centro de Curitiba ao aeroporto Afonso Pena (na cidade de São José dos Pinhais), conforme mostra a **Figura 1**.

A ocupação teve início no começo da década de 1990, quando as primeiras famílias ocuparam alguns dos terrenos menos suscetíveis às inundações nas proximidades da BR-277 que eram parte das quadras 04 e 05 do loteamento Planta Evaristo da Costa Franco, aprovado em 1981, dando origem à Vila Audi. Em meados da década de 1990, após realização de obras de drenagem, a percepção da população sobre o risco de inundações diminuiu e o processo de ocupação expandiu-se para as glebas ainda não parceladas na direção sul. Foi incluída a área não parcelada do próprio loteamento Evaristo, localizada nas imediações do rio Iguaçu, formando as Vilas Yasmim, Vila União Ferroviária, Jardim União, Jardim Icarai, entre outras.

A dinâmica da ocupação ocorreu espontaneamente. Os próprios moradores, com ajuda de vizinhos ou parentes, aterraram o lote, abriram as ruas e construíram suas casas (TEIXEIRA; BEGA, 2018). Essa técnica do aterramento visava à ocupação sobre os terrenos alagadiços e as antigas cavas de extração



**Figura 1. Localização do Bolsão Audi-União.**

Fonte: Elaborada pelos autores, 2021.

de areia, utilizando-se de toda sorte de materiais, incluindo os resíduos sólidos acumulados nas ruas e quintais (TEIXEIRA; BEGA, 2018).

Em relação ao saneamento, o abastecimento de água se dava de forma precária, atendendo legalmente a menos de 15% das moradias, enquanto as demais utilizavam abastecimento clandestino ou faziam uso de poços (COHAB-CT, 2007). Contudo, essa situação configurava alto risco de contaminação das águas subterrâneas, pois 85% dos domicílios não possuíam instalações sanitárias adequadas. Além disso, o esgoto era lançado *in natura* em valas a céu aberto (COHAB-CT, 2007).



**Figura 2.** Evolução das ocupações no Bolsão Audi-União entre 1995 e 1999.

Fonte: Adaptado pelos autores de COHAB-CT (2017).



**Figura 3. Bolsão Audi-União antes das intervenções em 2003.**

Fonte: Prefeitura Municipal de Curitiba (2014). Foto: Cesar Brustolin.

As ruas abertas pelos próprios moradores eram simples, com largura subdimensionada e desprovidas de pavimentação, calçada, sinalização ou qualquer elemento de microdrenagem como sarjetas, meio-fio e bocas de lobo. Teixeira e Bega (2018) contam que as ruas abertas foram batizadas por seus construtores buscando homenagear os moradores de uma ou de outra rua dos arredores. Ou, até mesmo, referenciando ideais compartilhados coletivamente, a exemplo da Rua Progresso, nome de uma das primeiras ruas abertas.

Além da condição de insalubridade ambiental, os moradores tiveram que enfrentar inúmeras questões sociais como a violência e a pobreza. Um diagnóstico realizado pela Companhia de Habitação (COHAB), em 2007, revelou que 33% dos titulares dos domicílios declararam-se sem renda, enquanto 44% das famílias possuíam renda de até 1 salário-mínimo. A violência também era um problema grave que levava o Bolsão Audi-União a aparecer de forma frequente na imprensa. É exemplo a chacina ocorrida em 2003 motivada por tráfico de drogas. O desejo de superar uma imagem negativa e de proporcionar o reconhecimento das ocupações como parte da cidade fizeram com que, no decorrer da urbanização, o Bolsão Audi-União fosse rebatizado como Jardim Parque Iguazu, parte integrante do Bairro Uberaba.

## Aspectos Hidrológicos

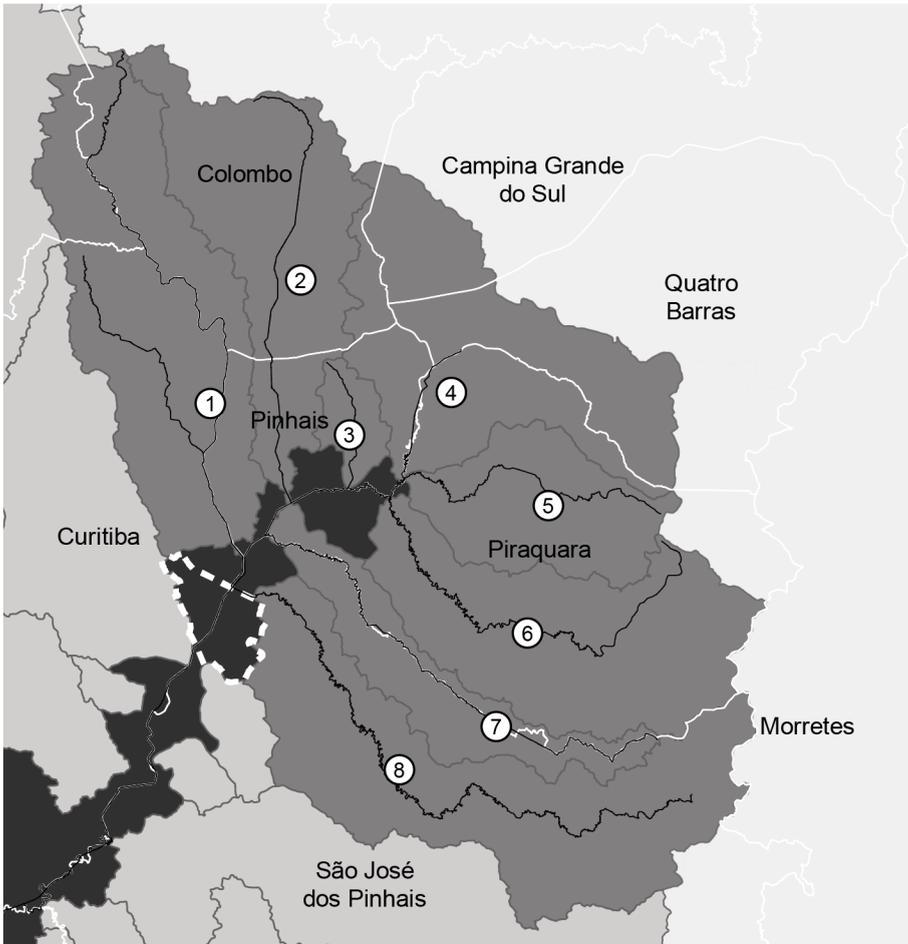
O Bolsão Audi-União está localizado em terreno característico de planície fluvial e relevo plano com declividades muito baixas, especialmente nas áreas próximas ao rio Iguaçu. O tipo de solo é aluvionar de sedimentos recentes, possuindo uma camada superficial de argila muito rica em matéria orgânica – matéria esta, por vezes, turfosa. Esse tipo de solo possui característica hidromórfica, plástica, de mole a muito mole, baixa permeabilidade e com profundidade do nível freático variando de 0,2 a 2,0 metros (m) (MINEROPAR, 2014). Essas características conferem à área uma baixa suscetibilidade à erosão. No entanto, em relação a inundações, enchentes e alagamentos, a suscetibilidade é alta.

Esse risco à inundação era constante antes das obras de drenagem. No ano de 2006, dos 2.887 domicílios da ocupação, 1.537 estavam dentro do leito maior do rio Iguaçu e sujeitos a extravasamento (COHAB-CT, 2017). Características que, de acordo com Teixeira e Bega (2018), geraram dúvidas e preocupações em alguns moradores quanto à viabilidade de permanência segura na área.

A área se caracteriza, ainda, pela presença do leito canalizado do rio Iguaçu e uma série de cavas. Trata-se de lagoas artificiais de dimensões e profundidades variáveis, separadas por estreitas faixas de terra, geradas a partir de atividades extrativistas de areia para a construção civil.

O rio Iguaçu, que percorre 1.320 quilômetros (km) pelo estado do Paraná, desde a nascente em Curitiba até a foz na tríplice fronteira, tem sua formação no encontro das águas dos rios Atuba e Iraí às margens da rodovia BR-277, na região norte do Bolsão. Por sua vez, a Área de Contribuição Direta do rio Iguaçu, que corresponde, na metrópole de Curitiba, ao fundo de vale do próprio rio Iguaçu e principais afluentes, é formada no desmembramento do rio Iraí às margens da Rodovia João Leopoldo Jacomel (PR-415).

Conforme pode ser constatado na **Figura 4**, a montante do Bolsão e com deságue na Área de Contribuição Direta do rio Iguaçu, há oito bacias correspondendo a 70.925 hectares de extensão territorial em que residem aproximadamente 721.732 habitantes (IBGE, 2010). Uma parcela destas bacias, também evidente na **Figura 4**, corresponde às áreas de mananciais de abastecimento da metrópole. Nessas áreas, incidem legislações específicas de ocupação do solo para manter as águas em níveis de qualidade adequada para consumo.



Base Cartográfica: SUDERHSA, 2000.



0 4 8 km

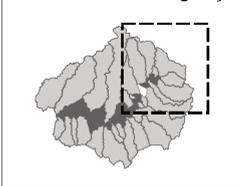
**LEGENDA**

- Microbacia de Estudo
- Limites Municipais
- Hidrografias
- Área não atingida pela Bacia

**Sub bacias do Alto Rio Iguaçu**

- Área de Contribuição Direta do Rio Iguaçu
- Demais Sub bacias
- ① Rio Atuba
- ② Rio Palmital
- ③ Rio do Meio
- ④ Rio Irai
- ⑤ Rio Iraizinho
- ⑥ Rio Piraquara
- ⑦ Rio Itaqui I
- ⑧ Rio Pequeno

Bacia do Alto Rio Iguaçu

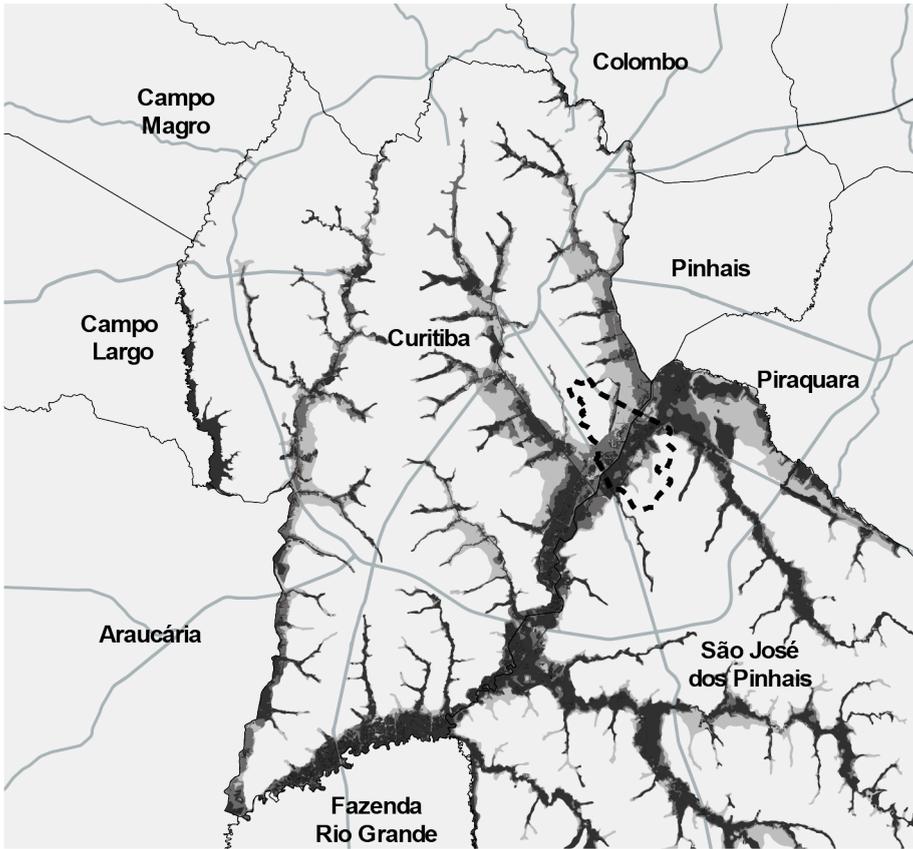


**Figura 4. Bacias a montante do Bolsão Audi-União.**

Fonte: Autores a partir de SUDERSHA (2002).

A quantidade de bacias desaguando a montante do Bolsão (**figuras 4 e 5**), somada à característica de planície, resulta em alta suscetibilidade de inundação na área da ocupação, especialmente no trecho entre o leito retificado do rio Iguaçu e o canal paralelo do rio Iguaçu nos pontos de cavas concentrados na porção sul, abrangendo partes do Parque Centenário da Imigração Japonesa. Outros elementos de destaque são as infraestruturas construídas – BR-277 e estrada de ferro –, que formam uma barreira ao escoamento natural das águas pela planície.

A **Figura 6** mostra que a estrada de ferro gera uma espécie de dique, acabando por proteger a porção norte do Bolsão, ao mesmo tempo que favorece a formação de alagamentos na vizinhança. Verifica-se que as manchas de média e baixa suscetibilidade ocorrem nas áreas ocupadas, enquanto a alta suscetibilidade ocorre predominantemente entre o leito retificado do rio Iguaçu e o canal paralelo, abrangendo áreas em pleno processo de ocupação no município de São José dos Pinhais, que não foi objeto do programa de urbanização. No tocante ao perímetro do Bolsão, o risco se concentra numa extensa faixa ao longo do rio Iguaçu, abrangendo áreas que foram objeto de realocação de famílias em situação de risco, como o caso da Vila Yasmim.



Imagens: Google Earth (2020)  
Base Cartográfica: CPRM (2015)

0 5 10 km



#### LEGENDA

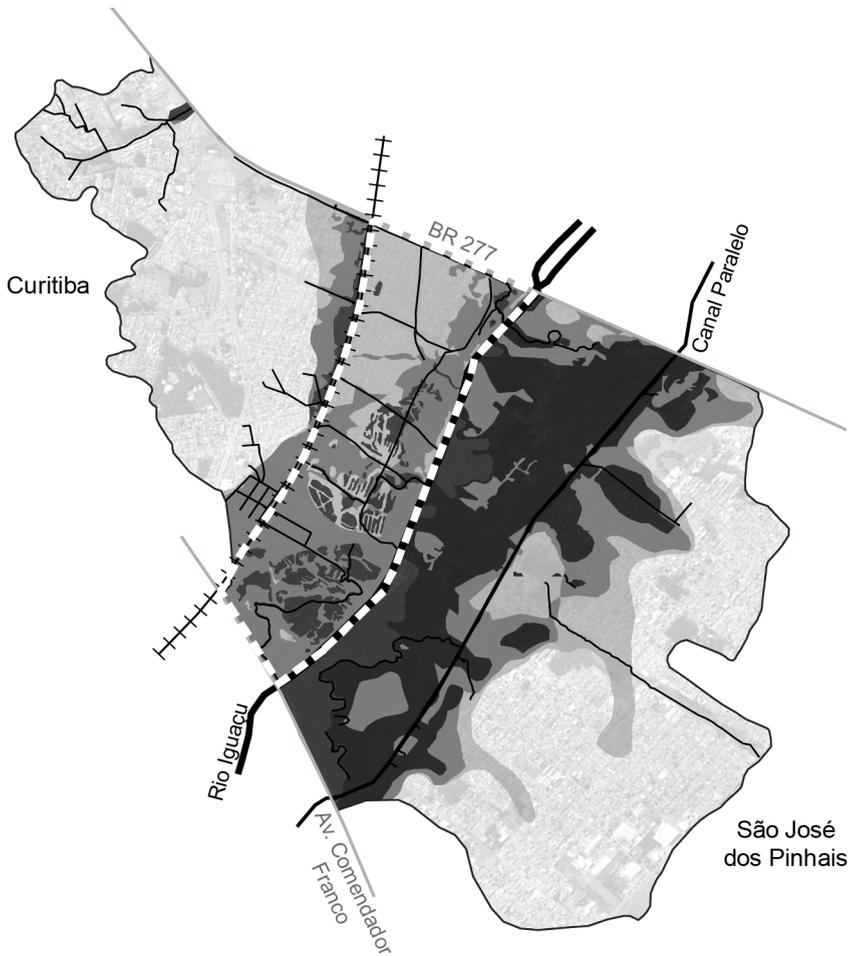
- Divisa Municipal
- - - Microbacia de Estudo
- Rodovias

#### Suscetibilidade de Inundação

- Alta
- Média
- Baixa

**Figura 5. Suscetibilidade de inundação na metrópole de Curitiba e Bolsão Audi-União.**

Fonte: Adaptado pelos autores do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2015).



Imagens: Google Earth (2020)  
Base cartográfica: CPRM (2015)

#### LEGENDA

-  Bolsão Audi-União
-  Rios e canais
-  Ferrovia

#### Suscetibilidade de Inundação

-  Alta
-  Média
-  Baixa

0 5 10 km



**Figura 6. Suscetibilidade de inundação no Bolsão Audi-União.**

Fonte: Autores a partir do Instituto de Pesquisas Tecnológicas (2015).

## **PLANOS, PROJETOS E OBRAS PREVISTOS E EXECUTADOS**

O Bolsão Audi-União se insere numa região contemplada por diversos planos e projetos elaborados ao longo do tempo em razão do importante papel desempenhado pela planície do rio Iguaçu na drenagem metropolitana e, também, pela presença de ocupações em áreas de risco.

Na década de 1960, ocorreu a primeira grande intervenção de drenagem na área, que foi a retificação da calha do rio Iguaçu. No início dos anos 1990, outro momento importante foi a presença do Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (PROSAM). No âmbito desse programa, foram desenvolvidas obras urgentes de macrodrenagem e a construção do canal extravasor do rio Iguaçu (Canal Paralelo) em decorrência da cheia histórica de 1995, com TR de 100 anos.

A partir dos anos 2000, outras obras de drenagem e intervenções pontuais foram sendo empreendidas na área, com recursos da Prefeitura e do Governo Federal, por meio de programas como o Pró-Infra, PAC-UAP e PAC-PPI Favelas Saneamento Integrado. Da mesma forma, instrumentos de planejamento foram instituídos, como a Área de Interesse Especial de Interesse Regional do Iguaçu (AIERI) e a APA do Iguaçu, que delimitaram as áreas de ocupação urbana e proteção ambiental.

A seguir, os principais planos e projetos que focam a interface da drenagem e da urbanização são comentados em ordem cronológica, divididos em quatro fases. A primeira fase corresponde aos anos 1990, momento em que as obras realizadas contribuíram para a consolidação da ocupação. A segunda fase, que abrange os anos de 2000 a 2006, é marcada pela instrumentalização orientativa de uso e ocupação do solo e pelas primeiras obras de urbanização da área. A terceira fase, de 2007 a 2017, concentra o maior volume de obras do PAC, sendo caracterizada pela urbanização da área. E, por fim, a quarta fase compreende as obras complementares realizadas pela prefeitura com sentido “corretivo”, após 2018.

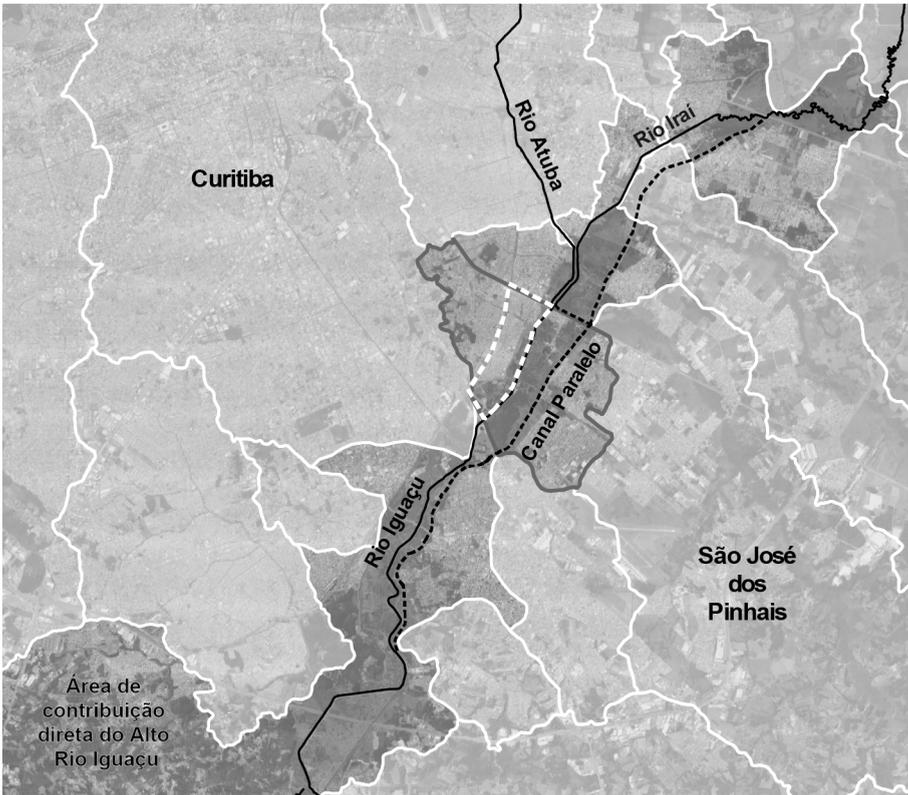
## Primeira Fase: anos 1990

Em 1992, o Programa de Saneamento Ambiental da Região Metropolitana de Curitiba (PROSAM-RMC) foi instituído para promover a recuperação ambiental e a preservação dos mananciais de abastecimento público da Bacia Alto Iguaçu. O programa, de caráter estadual, buscou minimizar os impactos da urbanização sobre os recursos hídricos, fomentar o desenvolvimento de atividades econômicas ambientalmente adequadas e promover o controle de cheias.

Os estudos desenvolvidos no âmbito do programa apontaram como principais causas das inundações ao longo do rio Iguaçu a baixa capacidade do leito menor, inferior a dois anos de período de retorno; a ocupação urbana inadequada no leito maior; o incremento das vazões de enchentes provocado pelo aumento das áreas impermeáveis da bacia, com o crescimento da mancha urbana. Também identificou impactos localizados causados por obstruções criadas ao longo do rio, como pontes e aterros.

Diante desses desafios, o programa definiu algumas ações e obras que incidiram na área em estudo. Foi proposta a adequação e ampliação da calha do rio Iguaçu e a construção do canal paralelo ao rio, que consistiu em um extravasor com 20 km de extensão. Definiu-se a diretriz de implantação de parques lineares e bacias de acumulação ao longo do Iguaçu e principais afluentes a montante. Houve a transferência de parte de população residente nas várzeas e a construção de um dique no Jardim São Judas Tadeu, no município de São José dos Pinhais. A construção do dique permitiu viabilizar a permanência dos moradores, pois o plano de remoção se mostrou inviável dada a alta densidade demográfica local, o que tornaria o processo oneroso e com impactos sociais negativos.

A obra de maior destaque desta primeira fase foi a construção do canal paralelo mostrada na **Figura 7**. O canal tem início nas proximidades da Rodovia Leopoldo Jacomet (PR-415), divisa dos municípios de Pinhais e Piraquara, a montante do Bolsão Audi-União. Ele corre paralelo ao rio Iraí até as proximidades da BR-277, local por meio do qual as águas do rio Iraí encontram as do rio Atuba, formando o rio Iguaçu.



Hidrografia: SUDERHSA (2000);  
Imagem: Google Satellite (2020).

#### LEGENDA

- Sub-bacias
- Microbacia
- Bolsão Audi-União
- Hidrografia
- Canal Paralelo



**Figura 7. Localização do canal paralelo do rio Iraí-Iguaçu.**

Fonte: Autores a partir de SUDERHSA (2002).

## Segunda Fase: 2000 a 2006

Dada a fragilidade ambiental da planície fluvial e a pressão por ocupação nos anos 1990, a margem esquerda do rio Iguaçu passou a ser protegida pelo Decreto Municipal nº 192/2000, que estabeleceu a APA do Iguaçu. Dentre outros motivos, a criação do instrumento foi justificada pela necessidade de regularização fundiária e de reassentamento de famílias que ocupavam áreas de risco (CURITIBA, 2000).

Já em 2001, ocorreram ações no local com recursos do PRÓ-INFRA. O programa nacional teve por objetivo contribuir com a melhoria da qualidade de vida nas cidades mediante a reestruturação da infraestrutura urbana. No âmbito desse programa, foi construído um canal de macrodrenagem no Bolsão Audi-União e promovida a recuperação ambiental da margem direita do rio Iguaçu, entre a BR-277 e a Avenida Comendador Franco. E, também, entre as ruas Cristal e Mario S. Padilha, na Vila Audi, numa extensão de 225 m.

Além dessas obras de infraestrutura, realizou-se nos anos seguintes remoções de moradias, que levaram parte da população para longe, enquanto parte foi reassentada na própria área. Em 2003, houve realocação de 335 famílias que residiam na Vila Yasmin, às margens do rio Iguaçu, para o conjunto Moradias Iraí, localizado dentro da área do Bolsão Audi-União, a poucos metros do local de origem. Na sequência, a desocupação da Ilha do Mel, caracterizada, segundo Teixeira (2019), pelas palafitas (sendo a área mais vulnerável de todo Bolsão), foi marcada por conflitos e falta de transparência. Segundo a Prefeitura, as 237 famílias foram reassentadas no loteamento Moradias Sambaqui, no Bairro Sítio Cercado (CURITIBA, 2005), a cerca de 13 km do local de origem.

Ainda nesse período, foi publicado pelo Estado o Plano Diretor de Drenagem (PDD) da Bacia do Alto Rio Iguaçu, que desempenhou papel crucial na orientação das ações de drenagem que se seguiram ao longo do tempo. Elaborado pela Superintendência de Desenvolvimento de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (SUDERHSA), o plano de 2002 diagnosticou o uso e ocupação do solo e a qualidade ambiental da bacia, construindo cenários para a gestão da drenagem e controle de cheias a partir de medidas estruturais como obras de contenção em pontos estratégicos e medidas não estruturais voltadas à diminuição da vazão e velocidade de escoamento das águas (SUDERHSA, 2002).

O PDD metropolitano apresenta algumas medidas de controle na macrodrenagem orientadas por premissas de drenagem sustentável. Trata-se de uma abordagem que busca não apenas mitigar as cheias, mas prover soluções de drenagem que levem em consideração a melhoria da qualidade das águas, melhor aproveitamento das águas pluviais, a criação de áreas de recreação, condições de resiliência microclimática e a restauração do regime de vazões (FLETCHER *et al.*, 2015 *apud* ALENCAR, 2016). O plano é orientado à regulamentação do uso do solo e transformação das áreas naturalmente inundáveis em espaço de uso público, como parques urbanos, combinado ao uso como bacias de retenção ou áreas para o amortecimento dos picos de cheia. As propostas são feitas por sub-bacia, seguindo a premissa de manter ao máximo as condições naturais do local e evitar a transferência da vazão a jusante. O plano também destaca a importância de evitar a criação de espaços públicos sem uso, uma vez que isso propicia o uso inadequado e o retorno de ocupações irregulares (SUDERHSA, 2002).

Em 2005, deu-se início a um projeto de maior abrangência intitulado Projeto Bolsão Audi-União, desenvolvido pela Companhia de Habitação de Curitiba (COHAB-CT), com foco na urbanização da área que já estava sob intensa ocupação. Embora esse projeto tenha começado em 2005, suas obras estruturais foram executadas a partir de 2007. Os detalhes serão apresentados a seguir.

### **Terceira Fase: 2007 a 2017**

O Projeto Bolsão Audi-União teve como proponente a Prefeitura de Curitiba, representada pela COHAB-CT. Foi selecionado pelo Ministério das Cidades no âmbito do Programa de Urbanização, Regularização e Integração de Assentamentos Precários com investimento de R\$ 9.142.714,15 (COHAB-CT, 2017). O recurso foi destinado a obras de abastecimento de água e esgoto, drenagem pluvial, sistema viário parcial, terraplenagem, iluminação, paisagismo, controle de inundações e aterro de áreas alagadas e construção de equipamento público. O projeto almejava principalmente proteger a área contra inundações, preparando-a para receber os investimentos do Projeto Bacia do Rio Iguaçu no âmbito do PAC-PPI Favelas Saneamento Integrado, que teria início em 2007.

**Tabela 1. Diagnóstico da Situação das Ocupações do Bolsão Audi-União realizado no PMRF-APP.**

NOME	SITUAÇÃO	DOMICÍLIOS (2005)	HABITANTES (2005)	DENSIDADE hab./ha
<b>Alvorada II</b>	Não regularizada / urbanizada	288	1109	263
<b>Audi</b>	Em regularização / urbanizada	279	1074	169
<b>Jardim Icarai</b>	Não regularizada / sem urbanização	891	3430	128
<b>Solitude II</b>	Não regularizada / urbanizada	261	1005	276
<b>Jardim União</b>	Em regularização / parcialmente urbanizada	800	3080	163
<b>União Ferroviária</b>	Em regularização / sem urbanização	635	2445	110
<b>Yasmin</b>	Não regularizada / parcialmente urbanizada	306	1178	194

Fonte: Curitiba (2007).

Prevaleceram soluções convencionais de microdrenagem, enquanto na macrodrenagem foram aproveitadas antigas cavas como bacias de retenção na implantação do Parque Centenário da Imigração Japonesa. Os elementos de macrodrenagem incluíram ainda o aterro de áreas alagadiças para futura produção habitacional, construção de canal ao longo da linha férrea, de um dique e uma via estruturante ao longo do antigo canal de macrodrenagem construído pelo Pró-Infra em 2001. Foram previstos, mas não executados naquele momento, um dique nas margens do rio Iguaçu e uma estrutura de deságue das bacias de acumulação no rio, uma estação elevatória de esgotos, e, além disso, uma área de lazer entre o canal de macrodrenagem e o rio Iguaçu.

Em 2007, foi elaborado o PMRF-APPs concomitantemente à elaboração do Plano de Habitação de Interesse Social de Curitiba em conformidade com a resolução 369/2006 do CONAMA, identificando por sub-bacia hidrográfica as ocupações irregulares em áreas de APA e APP. Conforme mostra a **Tabela 1**, algumas ocupações, como a Vila Audi, haviam sido urbanizadas e aguardavam regularização, enquanto outras, como o Jardim União, Icarai

e União Ferroviária, ainda não haviam recebido quaisquer intervenções do poder público. O diagnóstico apontou ainda que praticamente todas as ocupações do Bolsão estavam localizadas na APA do Iguaçu, contempladas APPs e sujeitas a inundações quando considerada a TR de 100 anos.

O PMRF-APP embasa o Projeto Bacia do Rio Iguaçu vinculado ao PAC-UAP Projeto Bolsão Audi-União, mas proveniente de nova contratação firmada entre a União e Prefeitura de Curitiba no âmbito do PAC-PPI Favelas Saneamento Integrado. Esse projeto, na escala de bacia abrangendo a APA do Iguaçu, objetivou a recuperação ambiental, urbanização e desenvolvimento de ações de trabalho social. E, na escala do Bolsão, resultou na produção do empreendimento Moradias União Ferroviária (MUF) com 419 unidades habitacionais (**Figura 8A**), incluindo obras de pavimentação, sinalização, construção de rampas de acessibilidade e construção de um Centro Municipal de Educação Infantil (CMEI), mostrado na **Figura 8C**. O projeto não financiou melhoria habitacional nem requalificação ambiental. O investimento do programa foi de R\$ 16.477.656,09 na bacia, não sendo possível averiguar os investimentos apenas no Bolsão (COHAB-CT, 2017).

A partir de 2008, com recursos do PAC Copa, ocorreu a implantação do parque Centenário da Imigração Japonesa em paralelo às obras de urbanização do PAC-UAP e PPI-Favelas Saneamento Integrado. O parque objetivava melhorar e recuperar a qualidade ambiental, conter a urbanização inadequada na APA do Iguaçu, ampliar as áreas de amortecimento e armazenagem de águas pluviais para a contenção de cheias e promover atividades educacionais, de lazer e culturais. Como citado anteriormente, o parque vincula-se às ações de macrodrenagem do Projeto Bolsão Audi-União, utilizando-se das antigas cavas de extração de areia como lagoas de detenção.

No mesmo ano, como desdobramento do Plano de Desenvolvimento Integrado da RMC de 2006, o governo estadual criou o instrumento Área de Interesse Especial Regional do Iguaçu (AIERI) delimitado pela cota de inundação do rio Iguaçu em um tempo de recorrência de 100 anos. O instrumento visa a proteger aproximadamente 77 km de planície do rio Iguaçu dentro da Bacia Alto Iguaçu. Quase a totalidade do Bolsão passou a integrar a AIERI, sobrepondo-se ao instrumento de proteção municipal APA do Iguaçu. Em 2013, com recursos do PAC Drenagem, foi elaborado o Plano Diretor da AIERI, que definiu diretrizes de uso e ocupação do solo. Ele ainda está sob discussão para implementação pelos municípios.



**Figura 8.** Parte das obras da terceira fase – Canal de Macrodrenagem, Moradias União Ferroviária (MUF) e CMEI Ruth Cardoso.

Fonte: Prefeitura Municipal de Curitiba (2014). Fotos: Brunno Covello e Rafael Silva.

### Quarta Fase: Após 2018

A quarta fase abrange obras subsequentes às intervenções do PAC-UAP concluídas em 2018.

Em 2021, teve início a intervenção nomeada Infraestrutura Audi-União, cujo objeto foi a execução de dique de contenção de cheias, de sinalização viária e de rampas de acessibilidade. O contrato firmado em 1º de março de 2021, no valor de R\$ 368.589,95 e vem sendo executado pela Tecvia Construtora de Obras Ltda sob gestão da COHAB-CT com financiamento da Prefeitura de Curitiba. A previsão de conclusão é para 1º de outubro de 2021. A **Figura 9** mostra a execução do dique de contenção de cheias localizado na porção norte do Bolsão nas imediações da BR-277.



**Figura 9. Parte das obras da quarta fase – execução de dique.**

Fonte: COHAB-CT (2021). Fotos: Rafael Silva.

De acordo com o prefeito de Curitiba Rafael Greca, em postagem na rede social Facebook em 1º de junho de 2021, tais obras de infraestrutura ainda fazem parte do projeto de urbanização do Bolsão Audi-União. Essa situação mostra que somente as obras do PAC-UAP e PPI-Favelas Saneamento Integrado não foram suficientes para eliminar completamente o risco de inundação em partes do Bolsão. Nesse contexto, persiste também uma demanda por obras viárias.

## **DISCUSSÃO DOS RESULTADOS DA MODELAGEM HIDROLÓGICA E HIDRÁULICA**

Desde o início da década de 1990, vem sendo observado um cenário de intensa urbanização e de crescente ocupação de áreas de mananciais na região leste de Curitiba, tornando eventos de inundações cada vez mais frequentes tanto no Bolsão, como em outras ocupações próximas ao rio Iguaçu e seus afluentes (LIMA, 2000; HAYAKAWA; ULTRAMARI, 2008).

Dado esse contexto, o poder público passou a intervir na escala da bacia hidrográfica do Alto Iguaçu e diretamente na região do Bolsão Audi-União por meio de medidas estruturais e não estruturais. No âmbito de obras de contenção de cheias, destacou-se a construção do canal paralelo, que reduziu a vazão de entrada no rio Iguaçu, a construção de dois reservatórios de abastecimento

de água a montante do Bolsão, amortecendo as vazões no rio Iguaçu, a construção de um dique com aproximadamente 250 m na margem direita do rio Iguaçu e o aterro de uma área até então alagada para a produção de moradias. Observou-se, também, a implementação de medidas não estruturais, em especial por meio do estabelecimento dos instrumentos APA do Iguaçu e AIERI que fazem o controle urbano da planície fluvial do Rio Iguaçu na metrópole de Curitiba.

No presente estudo, a efetividade desse conjunto de ações no território foi avaliada utilizando-se a combinação de modelos hidrológico e hidráulico. O modelo hidrológico foi utilizado para estimar a vazão de entrada no rio Iguaçu para precipitações com diferentes tempos de retorno e estimar a redução na vazão devido ao canal paralelo e aos reservatórios de amortecimento. Por meio do modelo hidráulico, foi possível dimensionar as cotas de inundação no trecho de rio que passa pelo Bolsão Audi-União e avaliar se o dique construído e o aterro possuem cotas mais altas do que estas - ou seja, se as obras realizadas no Bolsão Audi-União são efetivas para a proporcionar a mitigação de cheias. Como resultado da modelagem hidráulica, as manchas de inundação foram obtidas sendo possível avaliar se a região ocupada previamente à implementação da APA do Iguaçu seria inundada.

A modelagem hidrológica foi realizada em duas etapas. A primeira etapa consistiu na modelagem dos hidrogramas no exutório das sub-bacias dos rios Palmital e Atuba, utilizando o programa HEC-HMS. A segunda etapa consistiu na obtenção de forma indireta das vazões das demais sub-bacias que contribuem para a vazão no início do rio Iguaçu, utilizando-se relações lineares entre as vazões observadas no rio Palmital e no rio Iraí e entre as vazões observadas no início do rio Iguaçu e a soma das vazões observadas nos rios Atuba e Iraí. Essas relações foram verificadas ao simularmos quatro eventos de chuva ocorridos no ano de 2014. A utilização dessas relações foi necessária devido à presença das diversas singularidades presentes nessas sub-bacias, a exemplo de três reservatórios de amortecimento, a divisão do rio Iraí no Canal Paralelo e um ponto de captação de água, que, em sua maioria, não possuem regras operacionais conhecidas.

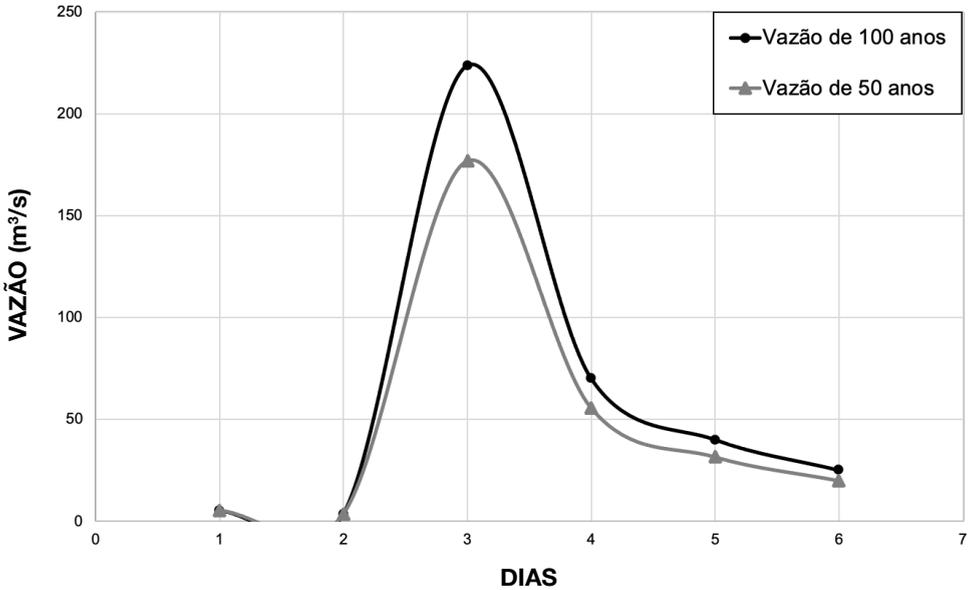
Os métodos utilizados no HEC-HMS foram o modelo chuva-vazão SCS (NRCS, 1986), baseado no parâmetro número de deflúvio ou Curve Number (CN) para estimativa de perdas por infiltração; o Hidrograma Unitário SCS

para obtenção dos hidrogramas; e a curva de recessão para determinação do escoamento de base, descritos em detalhes em USACE (2000). As sub-bacias dos rios Palmital e Atuba possuem dados de vazão diários monitorados próximo ao seus exutórios. Assim, inicialmente, com o suporte do programa HEC-HMS, alguns parâmetros foram calibrados mediante dados de vazões observadas entre 2008 e 2010 e de chuva diária registrados no posto pluviométrico do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) localizado na sub-bacia do rio Atuba.

Posteriormente, eventos extremos foram simulados considerando o uso e ocupação do solo de 2014. A chuva de projeto foi estimada para os tempos de retorno (TR) de 50 e 100 anos, utilizando as curvas de Intensidade-Duração-Frequência (IDF) apresentadas por Fendrich *et al.* (1989) para a cidade de Curitiba e o método dos blocos alternados descrito por Filho e Marcellini (1995). Para uma duração de três horas e intervalos de 15 minutos, a precipitação acumulada estimada é de 145,9 mm e 122,03 mm para os TR de 100 anos e 50 anos respectivamente. Os dados de Curve Number foram obtidos junto ao catálogo de metadados da ANA (Agência Nacional de Águas) para o ano de 2014, em que estão registrados os valores de 88,9 e 80 para as sub-bacias dos rios Atuba e Palmital, respectivamente. Os outros parâmetros utilizados foram iguais ou próximos aos encontrados na etapa de calibração.

Desta maneira, as vazões de pico determinadas para os tempos de retorno de 50 e 100 anos no início do rio Iguaçu chegaram a 176,88 m<sup>3</sup>/s e 223,78 m<sup>3</sup>/s, respectivamente. Os hidrogramas obtidos para esse ponto podem ser observados na **Figura 10**.

Após a determinação dos hidrogramas de entrada no rio Iguaçu, foi realizada a modelagem hidráulica no programa HEC-RAS. No modelo, foram inseridas 11 seções batimétricas do rio Iguaçu no trecho de aproximadamente 3 km que passa pelo Bolsão Audi-União, das quais oito foram medidas em campo e três foram interpoladas. As seções foram levantadas em 1995 para o projeto de construção do canal paralelo e foram obtidas através da Coordenação da Região Metropolitana de Curitiba (COMEC). O coeficiente de Manning utilizado foi de 0,05 para as margens do rio e de 0,04 para o fundo do canal, valores estes obtidos através do Plano Diretor de Drenagem do Alto Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba (SUDERHSA, 2002).



**Figura 10.** Hidrogramas de entrada no início do rio Iguçu.

Fonte: Elaborada pelos autores.

A modelagem hidráulica considerou um escoamento não permanente no rio Iguçu. Deste modo, foram inseridos no HEC-RAS, como condição de contorno a montante, os hidrogramas obtidos na modelagem hidrológica e, como condição de contorno, a jusante a altura normal, que considera a inclinação de fundo do canal. Com a inserção desses dados, as cotas de inundação no trecho analisado do rio Iguçu puderam ser estimadas. Para o TR de 100 anos, a cota de inundação estimada no início do rio Iguçu é de 874,82 m. Próximo ao cruzamento da Avenida Comendador Franco, ela é de 871,42 m. Já para o TR de 50 anos, esses valores correspondem a 874,32 m e 871,08 m, respectivamente. Segundo a COHAB-CT, a cota do dique no Bolsão Audi-União é de 875 m. Sendo assim, para eventos de inundações com TR de até 100 anos, o dique é eficaz em proteger a área em que foi construído, protegendo, inclusive, a região aterrada e que, previamente à sua construção, seria afetada por enchentes potenciais de atingir essa magnitude.

Conhecendo-se o perfil de elevação da linha da água obtido no modelo hidráulico, a mancha de inundação da área estudada foi determinada fazendo-se uma projeção aproximada das cotas de inundação encontradas sobre a área do Bolsão Audi-União. Para isso, foram utilizadas curvas de nível levantadas

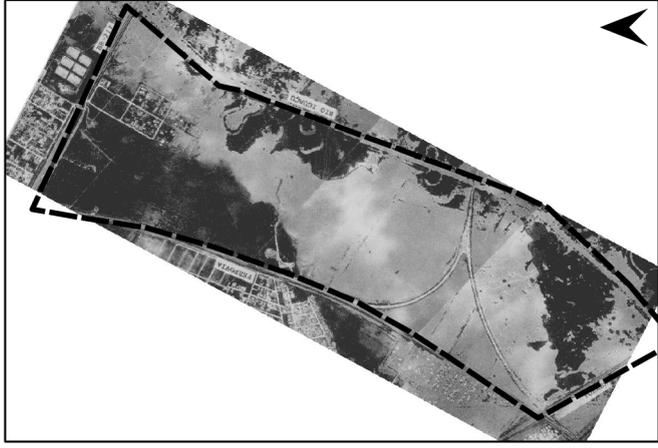
em 2008 pela COHAB-CT, que representavam com precisão de 1 m boa parte da área do Bolsão, incluindo o dique e a área aterrada. Adicionalmente, para as áreas que não foram abrangidas no levantamento de 2008, foram utilizadas curvas de nível mais antigas obtidas juntamente com o Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano de Curitiba (IPPUC) e com a Prefeitura do Município de São José dos Pinhais.

Na **Figura 11**, são apresentadas cronologicamente as mudanças ocorridas nas manchas de inundação no Bolsão Audi-União ao longo dos últimos 25 anos. Inicialmente, é apresentado o registro fotográfico da enchente ocorrida em janeiro de 1995, quando, em sete dias, a precipitação acumulada chegou a mais de 350 mm no posto pluviométrico do INMET e ao menos 16 mil pessoas ficaram desabrigadas em Curitiba e região metropolitana (ZANELLA, 2014; HAYAKAWA; ULTRAMARI, 2008).

Segundo Tucci (2002), considerando eventos de chuva com duração de sete dias registrados desde 1889, esse evento ficou duas vezes acima da média histórica e teve um tempo de recorrência de 100 anos. Como observado na **Figura 11**, quase toda a área do Bolsão foi atingida na época. Entretanto, em 1995, a ocupação no Bolsão Audi-União estava apenas iniciando. Apesar disso, esse registro deixa claro que boa parte da região do Bolsão Audi-União corresponde à planície de inundação do rio Iguaçu e que os riscos associados a inundações nessa região não deveriam ser desprezados.

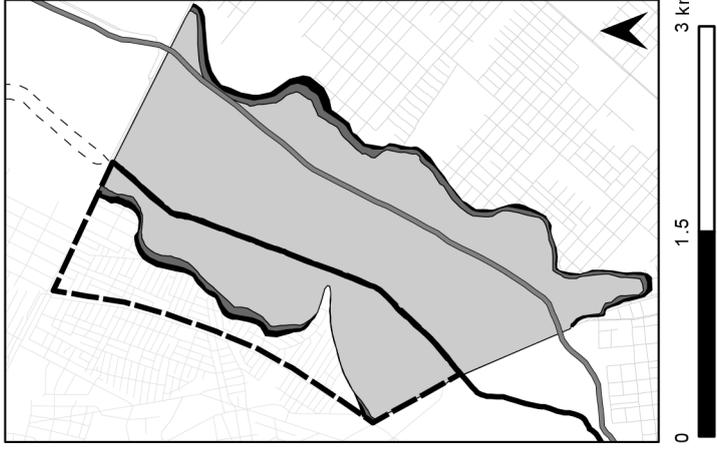
Em 2002, a área de inundação do Bolsão Audi-União foi mapeada pelo Plano Diretor de Drenagem do Alto Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba (SUDERHSA, 2002), considerando as cotas de inundação estimadas por Tucci (1996) a partir das simulações hidrológicas e hidrodinâmicas realizadas para o projeto de construção do canal paralelo. Esse mapeamento levou em conta a redução da vazão no início do rio Iguaçu devido à construção do canal paralelo e das duas represas a montante do início do rio Iguaçu. Assim, como apresentado na segunda imagem da **Figura 11**, é possível observar a redução da área inundada no Bolsão ao comparar com a área inundada no evento de 1995. Entretanto, o mapeamento ainda indicava que, até mesmo em eventos com TR de apenas 10 anos, muitas áreas residenciais do Bolsão continuariam a ser atingidas por enchentes. Desta forma, as medidas implementadas mostravam-se insuficientes para trazer uma redução significativa das inundações na região.

Enchente de 1995 com TR de 100 anos  
(COHAB-CT, 2017).



Projção: UTM  
Datum: WGS 1984  
Zona: 22s

Manchas de inundação estimadas pelo Plano  
Diretor de Drenagem em 2002 considerando a  
construção do Canal Paralelo e de dois  
reservatórios a montante (SUDERHSA, 2002).



Manchas de inundação simuladas no HEC-RAS  
para 2014 considerando a construção do dique  
de contenção no Bolsão Audi-União que fez  
parte do Projeto Bolsão Audi-União



**LEGENDA**

-  Bolsão Audi-União
-  Rio Iguaçu
-  Canal Paralelo
-  Confluência Atuba e Iraí
-  Dique
-  Vias de Trânsito
-  Mancha de 10 anos
-  Mancha de 50 anos
-  Mancha de 100 anos

**Figura 11.** Evolução das manchas de inundação no Bolsão Audi-União.

Fonte: Autores a partir de COHAB-CT (2017) e SUDERSHA (2002).

Na última imagem da **Figura 11**, são apresentadas as manchas de inundação obtidas por este estudo para um cenário de ocupação do solo de 2014. É possível observar a redução das áreas alagadas devido à proteção realizada pelo dique. Entretanto, uma pequena área residencial do Bolsão Audi-União, próxima a BR-277, permanece em uma região com risco de inundações. Essa área corresponde a aproximadamente 78 mil m<sup>2</sup> para o TR de 100 anos e 2 mil m<sup>2</sup> para o TR de 50 anos.

Nota-se, também, que entre a área residencial passível de sofrer com inundações e o rio Iguaçu fica localizada a região que, anteriormente à implementação da APA do Iguaçu, era ocupada por moradias. Ou seja, caso a realocação dessas moradias não tivesse sido realizada, as casas ali existentes também estariam sujeitas a inundações com TR de ao menos 50 anos. Aqui, destaca-se uma possível falha na tomada de decisão das moradias que deveriam ser realocadas e redefinidas a partir das manchas de inundação de TR de 100 anos.

É interessante notar que, no primeiro semestre de 2021, a Prefeitura Municipal de Curitiba iniciou as obras que darão continuidade ao dique existente. Deste modo, o dique será prolongado até a BR-277, passando a proteger também as áreas que continuam sob risco. Apesar disso, outras medidas de contenção de cheias que eram previstas no Projeto Bolsão Audi-União, como uma estrutura de deságue e outro dique que iniciaria na Avenida Comendador Franco, não foram realizadas e ainda não têm previsão de execução.

Além disso, é essencial notar que as simulações realizadas neste estudo consideraram o uso e ocupação do solo do ano de 2014 e que um futuro aumento populacional nas sub-bacias a montante do Bolsão Audi-União pode levar ao aumento das cotas de inundação, reduzindo a efetividade do dique e da área aterrada. Assim, como é projetado um aumento populacional de aproximadamente 20,3% em 2034 comparando-se com a população estimada em 2014 nas bacias que integram o Altíssimo Iguaçu (IPPUC, 2021), é de extrema relevância que os municípios que compõem a bacia atuem de forma articulada para que o controle do aumento das vazões nos rios afluentes do rio Iguaçu seja realizado. Caso contrário, as medidas estruturais já implementadas no Bolsão Audi-União podem se tornar ineficazes.

Nesse sentido, algumas medidas de contenção de cheias já vêm sendo planejadas e executadas pelo estado do Paraná nos afluentes do rio Iguaçu. Essas medidas fazem parte da concepção de quatro parques que contam com recursos

do PAC 2 – Drenagem. Em sua maioria, terão lagoas de retenção, que atuarão reduzindo as vazões nos afluentes e, conseqüentemente, no início do rio Iguaçu. Destaca-se aqui o Parque Ambiental do Palmital, que vem sendo executado desde 2015 no rio Palmital e que contará com três lagoas de retenção para amortecimento de cheias.

De acordo com as estimativas elaboradas pelo presente estudo, a vazão do rio Palmital representa aproximadamente 30% da vazão de entrada no rio Iguaçu. Medidas como essa são essenciais para que as regiões a jusante não sejam tão impactadas pelos aumentos de vazão que podem ocorrer a montante, seja devido ao aumento da ocupação do solo, seja devido a eventos extremos de precipitação.

Desta forma, apesar de as medidas estruturais e não estruturais de contenção de cheias realizadas no Bolsão Audi-União auxiliarem a mitigação das cheias, considerando um cenário recente de uso e ocupação do solo, o monitoramento e planejamento de ações futuras na região deve abranger uma atuação conjunta do Governo Estadual e das prefeituras, já que não é possível dissociar a área do Bolsão Audi-União da Área de Contribuição Direta do Rio Iguaçu.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Atualmente, mais de 25 anos após as primeiras intervenções, ainda se verifica a execução de obras de drenagem complementares às grandes estruturas realizadas por programas como PROSAM e PAC. Porém, os resultados das modelagens hidrológica e hidráulica demonstraram que as medidas não estruturais e estruturais já implementadas, tanto na bacia hidrográfica como no Bolsão Audi-União, foram suficientes para que a área residencial não fosse atingida por inundações, melhorando a segurança e qualidade de vida dos moradores. A exceção corresponde a uma pequena área próxima à BR-277, que ainda é objeto de obras em andamento.

Constatou-se que as intervenções seguiram alguns princípios das técnicas compensatórias com foco no manejo sustentável das águas pluviais, como a criação de parques lineares e preservação de APP (aumento das áreas de infiltração e redução dos volumes de escoamento), assim como a utilização de bacias de retenção e a construção de canais com cobertura natural, sem utilização de concreto.

Em contraposição, constatou-se que as áreas resultantes de ações não estruturais planejadas para recebimento de tratamento paisagístico, como parques lineares, registram a maior lacuna entre o projeto e a execução das obras. Trata-se de uma situação que não condiz com a importância do fato de a dimensão ambiental ter sido decisiva na escolha desses assentamentos para urbanização em caráter prioritário.

Silva, Vasco e Teixeira (2021) constataram que a ‘requalificação ambiental’ é o item mais presente nos objetivos dos contratos de urbanização do PAC 1 e 2 no município de Curitiba, seguido pelo item ‘eliminação de situações de risco’ e ‘produção habitacional’. Prestes (2018), ao estudar as urbanizações do PAC-PPI Favelas na região leste da metrópole de Curitiba, constatou que os itens relativos à infraestrutura de drenagem foram executados enquanto o item recuperação ambiental e tratamento paisagístico estavam com execução em atraso ou sem previsão. Uma condição que, segundo a autora, pode resultar em um novo ciclo de degradação ambiental dada a ausência de apropriação pela população dos espaços públicos de lazer à beira d’água. Nota-se, portanto, que o Bolsão Audi-União não é exceção, mas segue uma tendência de descompasso entre a execução das obras estruturais de drenagem e o não tratamento paisagístico das áreas integrantes de medidas não estruturais.

Considera-se, também, que a adoção do limite político-administrativo na urbanização do Bolsão Audi-União, em vez de fortalecer a unidade de bacia do planejamento ambiental, resultou em tratamento territorial diferenciado nas margens do rio Iguaçu. Além de ter reforçado a interpretação equivocada da precariedade socioambiental como um problema municipal, e não um problema metropolitano.

O mercado imobiliário excludente, aliado à baixa renda das famílias, faz com que muitos assentamentos precários se formem em áreas ambientalmente frágeis. Desta forma, pensar a dimensão ambiental em assentamentos precários requer refletir sobre a produção do urbanismo de risco (ROLNIK, 2000) como estrutural na forma de produção das cidades.

O estudo de caso do Bolsão Audi-União contribui para pensar como a população interpretará as áreas de preservação e, ao mesmo tempo, a possibilidade dos projetos implementados em criarem áreas de lazer e parques urbanos passíveis de apropriação pela população. A integração entre as políticas de

urbanização e de drenagem em assentamentos precários pode contribuir para evitar problemas de reocupação de espaços destinados à preservação.

A criação de uma urbanização digna e salubre, aliada ao entendimento das funções das áreas de preservação, possibilitará uma relação de menor tensão entre sociedade e natureza humana e não humana. O tratamento ambiental a partir da unidade de bacia hidrográfica permite a execução de medidas que, de fato, mitiguem as condições de risco e de preservação necessárias à urbanização do assentamento.

## REFERÊNCIAS

ALENCAR, A. K. B. **Urbanismo sensível à água**: O paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos. Tese de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano – Departamento de Arquitetura e Urbanismo - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2016.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Habitação. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Manual de Instruções**: Projetos Prioritários de Investimento – Intervenção em Favelas. Período 2007 a 2010. Brasília: 2007.

COHAB-CT (Companhia de Habitação Popular de Curitiba). **Reformulação do Trabalho Técnico Social**: Bolsão Audi União, Savana e Lorena. Programa de urbanização, regularização e integração de assentamentos precários. 2007.

COHAB-CT (Companhia de Habitação Popular de Curitiba). Relatório Final do Projeto Bacia do Rio Iguaçu. 2017.

COHAB-CT (Companhia de Habitação Popular de Curitiba). Obra da Cohab vai impedir alagamentos no Uberaba. **Notícias**, 5 jun. de 2021. Disponível em: <http://www.cohabct.com.br/conteudo.aspx?conteudo=1424>. Acesso em 8 jul. 2021.

INSTITUTO DE PESQUISAS TECNOLÓGICAS. **Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais e inundações – Curitiba, PR**. Repositório Institucional de Geociências - CPRM, nov. 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/15008> Acesso em 15/04/2021.

CURITIBA. **Decreto Municipal nº 192**. Curitiba, 03 de abril de 2000.

CURITIBA. A prefeitura transfere as últimas famílias da ocupação Ilha do Mel. **Notícias**, 11 fev. de 2005, disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/prefeitura-transfere-ultimas-familias-da-ocupacao-ilha-do-mel-na-margem-do-rio/289>. Acesso em 8 jul. 2021.

CURITIBA. **Plano municipal de regularização fundiária em áreas de preservação permanente**. Curitiba: IPPUC, COHAC-CT, 2007.

CURITIBA. O Projeto Bolsão Audi-União é finalista do prêmio World Habitat 2014/2015. **Notícias**, 4 de dezembro de 2014. Disponível em: <https://www.curitiba.pr.gov.br/noticias/projeto-de-urbanizacao-do-bolsao-audi-e-finalista-do-premio-world-habitat-20142015/35005>. Acesso em 8 de jul. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em 11 mar. 2021.

FENDRICH, R. et al. **Estudo de chuvas intensas do Estado do Paraná**. ISAM PUC, 1989.

FILHO, K. Z.; MARCELLINI, S. “Precipitações máximas”. In: TUCCI C. E. M.; PORTO R. L.; BARROS, M. T. **Drenagem Urbana**. Porto Alegre: UFRGS, 1995. 428p

HAYAKAWA, I. F.; ULTRAMARI, C. Situações de risco como definidoras de inflexões no planejamento e na gestão urbana: um estudo em Curitiba. **Anais... XVI Encontro Nacional de Estudos Populacionais**, Caxambu-MG, p. 1–19, 2008.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo demográfico 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>.

INSTITUTO DE PESQUISA E PLANEJAMENTO URBANO DE CURITIBA (IPPUC). **Sistema Infocuritiba**. Curitiba: IPPUC, 2021. Disponível em: <http://infocuritiba.ippuc.org-br/imp/imp.php>. Acesso em: 28 abr. 2021.

LIMA, C. d. A. **A ocupação de área de mananciais na região metropolitana de Curitiba**: do planejamento à gestão ambiental urbana-metropolitana. Tese (Programa de Meio Ambiente e Desenvolvimento) — Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2000.

MINEROPAR (Minerais do Paraná S.A.). **Unidades Geológicas do Paraná**. 2014.

PRESTES, M. F. **Requalificação ambiental em assentamentos precários**: o PAC Favelas na franja leste da metrópole de Curitiba. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de arquitetura e urbanismo. Universidade de São Paulo, 2018.

ROLNIK, R. Exclusão Territorial e Violência: O caso do Estado de São Paulo. **Cadernos de Textos**, Belo Horizonte, v. 2, p. 173 - 196, 30 ago. 2000.

SILVA, M. N. da; VASCO, K. M. C. M.; TEIXEIRA, A. G. “O arcabouço institucional e normativo da política municipal de habitação e as contradições na execução do PAC em Curitiba”. In: CARDOSO, A. L.; DENALDI, R. (Org.) **Urbanização de favelas no Brasil**: um balanço do PAC. Letra Capital, 1ª edição, Rio de Janeiro, 2018.

SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL (SUDERHSA). **Plano Diretor de Drenagem para a Bacia do Rio Iguaçu na Região Metropolitana de Curitiba**: Capacidade do Sistema Atual e Medidas de Controle de Cheias – Estudos e Projetos Existentes. Curitiba, 2002. v. 3, Tomo 3.4. 45 p.

TEIXEIRA, L. B. **Da Lama ao Caos**: a Urbanização de Curitiba Vista do Bolsão Audi-União. Tese (Doutorado em Sociologia) - Departamento de Ciências Sociais - Deciso, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

TEIXEIRA, L. B.; BEGA, M. T. da S. Desigualdade Social e o Processo de Urbanização de Curitiba: O Caso do Jardim Parque Iguaçu. **Revista Tempo da Ciência**, [S. l.], v. 25, n. 49, 26 julho, 2018. DOI: 10.48075/rtc.v25i49.20038. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/tempodaciencia/article/view/20038>. Acesso em: 11 out. 2021.

TUCCI, C. E. **Estudos Hidrológicos e Hidrodinâmicos do rio Iguaçu na RMC**. [S.l.]: PROSAM-SUCEAM, Curitiba, 2 volumes, 1996.

TUCCI, C. E. Flood control and urban drainage management in Brazil. **Waterlines**, JSTOR, p. 6–8, 2002.

USACE (US ARMY CORPS OF ENGINEERS). **Hydrologic Modeling System - HEC-HMS** - Technical Reference Manual, 2000.

ZANELLA, M. E. **Inundações em Curitiba**: impactos, risco e vulnerabilidade socioambiental. [S.l.]: Imprensa Universitária, 2014.

# URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS E O DESAFIO DA ABORDAGEM INTEGRADA A PARTIR DA DRENAGEM URBANA

## o caso da bacia da Ramadinha, Campina Grande (PB)

Érica Cristine Medeiros Machado  
Bervylly Lianne de Farias Santos  
Camila Silva dos Santos  
Luma Gabriela Fonseca Alves  
Maria Eduarda Barbosa da Veiga  
Demóstenes Andrade de Moraes  
Carlos de Oliveira Galvão

### Resumo

No capítulo foram analisadas as intervenções urbanas realizadas na bacia da Ramadinha, em Campina Grande, estado da Paraíba, com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento para melhoramentos de drenagem urbana. Usando diferentes referências teóricas e técnicas, foram realizadas as seguintes atividades: a caracterização socioterritorial da área; avaliações das condições habitacionais, de mobilidade, de saneamento e ambientais, dos aspectos hidrológicos, hidráulicos, sociais e institucionais; e estudos sobre alternativas sustentáveis de drenagem. Entre as principais questões constatadas, apontam-se problemas projetuais e nas obras decorrentes de limitadas capacidades municipais; inadequações urbanísticas e ambientais; e, por fim, o fato de que as intervenções de drenagem não eliminaram todos os alagamentos tampouco reduziram o escoamento a jusante. Apesar da melhoria das condições infraestruturais, constatou-se que foi desperdiçada uma oportunidade de integração das dimensões urbanística, social e ambiental na Ramadinha.

**Érica Cristine Medeiros Machado** é docente na Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, pesquisadora pós-doutoral na Universidade Federal do ABC - UFABC. **Bervylly Lianne de Farias Santos** é mestre em Engenharia Civil e Ambiental pela UFCG. **Camila Silva dos Santos** é graduanda em Arquitetura e Urbanismo na UFCG. **Luma Gabriela Fonseca Alves** é engenheira civil pela UFCG. **Maria Eduarda Barbosa da Veiga** é mestranda em Engenharia Civil e Ambiental na UFCG. **Demóstenes Andrade de Moraes** é docente na UFCG. **Carlos de Oliveira Galvão** é docente na UFCG.

## INTRODUÇÃO

Apesar da integração das dimensões urbanística, ambiental, institucional e social ter se consolidado no meio técnico como aspecto fundamental à qualidade e sustentabilidade da urbanização de assentamentos precários, ela não tem predominado nos projetos implementados no Brasil. Um dos elementos estruturadores à urbanização integrada desses assentamentos é a drenagem urbana. Todavia, tal elemento continua sendo abordado de maneira convencional, articulando canalização e microdrenagem a reassentamentos e provisão habitacional.

Este capítulo parte da compreensão de que a drenagem é fundamental às condições físico-ambientais das cidades e ainda mais importante para os assentamentos precários. Esses assentamentos se caracterizam pela alta vulnerabilidade socioeconômica de seus moradores. Em sua maioria, foram construídos em áreas inadequadas à ocupação, de fragilidade e risco ambiental, sendo algumas de preservação permanente. Muitos apresentam déficit significativo de infraestrutura, principalmente de saneamento ambiental. Uma abordagem a partir da bacia hidrográfica (e com atenção à drenagem urbana) requer, além das dimensões mencionadas, a combinação de soluções e medidas estruturais e não estruturais integradas relativas às infraestruturas, à habitação e à promoção de espaços livres.

O Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), lançado em 2007 para impulsionar o desenvolvimento econômico do país a partir da implantação de infraestruturas diversas, ampliou significativamente o volume de recursos investidos e a escala das intervenções em assentamentos precários. O município de Campina Grande (PB) recebeu investimentos do PAC na modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (UAP) para a implantação de quatro projetos: Línea Férrea Araxá, Urbanização da Invasão Novo Horizonte, Urbanização da Região do Bodocongó e a Urbanização da Região Sudoeste. A prioridade de três dos quatro projetos do PAC-UAP em Campina Grande, incluindo o da Região do Bodocongó, foi a de realização de intervenções de macrodrenagem.

Neste capítulo, são analisadas as intervenções realizadas na bacia urbana da Ramadinha, subárea da Região do Bodocongó, a partir de estudos que consideraram elementos para uma abordagem integrada. Selecionou-se essa intervenção pelo fato de, no âmbito do PAC, em Campina Grande, ela ter sido

a mais abrangente quanto a obras e número de famílias beneficiadas. Nesta área, a principal intervenção foi realizada em um curso d'água que cruzava o bairro da Ramadinha até o canal de Bodocongó e apresentava ocupações em suas margens, muitas sob condição de risco. Para tal, foi proposta e executada a construção de um canal somada a alternativas para as famílias moradoras desses assentamentos. Elas foram predominantemente reassentadas para um empreendimento habitacional situado no Bairro de Bodocongó.

A perspectiva principal deste capítulo é contribuir para auxiliar a tomada de decisão em políticas públicas, elaborar planos de drenagem e projetos de urbanização de assentamentos precários, levando em conta uma abordagem de tratamento integrado de questões sociais, de infraestrutura, institucionais e ambientais.

## **URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS: a importância da abordagem integrada**

A partir dos anos 1990, nos programas e projetos locais de urbanização de assentamentos precários no Brasil (apoiados por financiamentos federais e, principalmente, por agências multilaterais), tornou-se frequente a adoção progressiva de abordagens integradas, considerando a articulação das dimensões urbanísticas, infraestruturais, ambientais e sociais.

Nessa perspectiva, podem ser destacadas experiências como as do Programa “Favela Bairro” (1994 a 2000), no Rio de Janeiro (RJ), do Programa de Saneamento Ambiental da bacia do Guarapiranga, na Região Metropolitana de São Paulo (SP) (1995 a 2000), e a do Programa “Santo André Mais Igual” (1998 a 2003), em Santo André (SP). Alguns aspectos dessas experiências tornaram-se referências para a realização de outras intervenções nesses assentamentos: a integração dos assentamentos com os entornos e as cidades; a bacia hidrográfica como unidade de planejamento; a valorização de planos urbanísticos amplos e do trabalho social.

É importante ressaltar que as reflexões e formulações sobre a necessidade de uma abordagem integrada para intervenções urbanísticas e infraestruturais têm referência em vários campos disciplinares e técnicos. Entre estes, os planejamentos urbano e ambiental e, especificamente, o campo da drenagem urbana. A busca por integração reconhece, portanto, a complexidade e

interdependência entre as dimensões, bem como a necessidade de considerar o equilíbrio entre a sociedade e seu ambiente por serem sistemas que interagem de forma complexa (LIMA; LOPES; FAÇANHA, 2019). Contudo, há um distanciamento perceptível entre as referências normativas e técnicas dos processos de formação e, conseqüentemente, das práticas dos profissionais responsáveis pela elaboração de projetos e pela implementação de intervenções de urbanização.

Tal integração se torna ainda mais desafiadora em assentamentos precários devido ao seu traçado irregular, à alta densidade da ocupação do solo e à sua localização em áreas propensas à ocorrência de desastres. Nogueira e Paiva (2018) concordam que os desafios de integração do planejamento e gestão urbana para o tratamento dos desafios ambientais são especialmente maiores em regiões com assentamentos precários, nos quais o risco é socialmente construído e os moradores são os mais afetados. Denaldi e Ferrara (2018) discorrem sobre o desafio da conciliação da urbanização e a garantia do direito à moradia com os ganhos ambientais. Apontam que, nas experiências de urbanização de assentamentos precários realizadas na última década, esse impasse permaneceu.

O aprimoramento dessa interface requer, a princípio, uma abordagem que tenha a bacia hidrográfica como unidade de planejamento. Porém, observa-se, frequentemente, uma desarticulação entre a gestão da água e o planejamento e a regulação do uso e ocupação do solo. Tal desarticulação ocorre, também, por causa de diferentes atribuições dos entes federados na qual a bacia está inserida, as quais muitas vezes são conflitantes e, em muitos casos, pela ausência do planejamento integrado, predominando a omissão e gestão por circunstâncias e por demandas.

Para Travassos e Schultz (2013), esse descompasso produz intervenções incompletas e desiguais, limitando o saneamento às áreas consolidadas e favorecendo a um passivo socioambiental na urbanização de favelas. Portanto, alternativas construtivas de menor impacto e a combinação de diferentes sistemas e de medidas estruturais e não estruturais não têm prevalecido nos projetos.

O PAC, devido ao montante de recursos e pela ampliação da escala, tornou-se o maior programa de urbanização de favelas da história do país. Ele contribuiu, ainda, para fortalecer uma abordagem de intervenção integral nesses assentamentos, tratando as dimensões social, urbana-ambiental e fundiária

(CARDOSO; DENALDI, 2018). Tendo em vista o volume de recursos disponível e o repertório técnico e institucional já acumulado e disseminado, o PAC-UAP representava uma oportunidade para a realização de intervenções mais abrangentes e integradas. Entretanto, a maioria das intervenções do PAC-UAP em Campina Grande acabou privilegiando os reassentamentos e as urbanizações parciais em detrimento das intervenções com abordagem integrada e sustentável.

Em relação aos desafios relativos à drenagem urbana nesses assentamentos, a maior parte das intervenções caracterizou-se por soluções restritas a obras de canalização de cursos d'água, drenagem superficial e infraestruturas convencionais. São exemplo as intervenções de pavimentação, que ampliaram a impermeabilização das áreas sem incorporar medidas não estruturais e de dispositivos complementares para a retenção e infiltração de águas pluviais, como foi o caso da Urbanização da Região do Bodocongó.

Para a intervenção em assentamentos precários em que a questão da drenagem urbana é uma condicionante estrutural, dois campos de conhecimento se destacam a partir das referências teóricas e técnicas consultadas. O primeiro campo está relacionado aos estudos sobre as características e aspectos dos assentamentos precários e àqueles referentes à urbanização e regularização desses assentamentos, alguns evidenciando a interface com a questão ambiental. O segundo diz respeito à drenagem urbana sustentável, a partir, principalmente, de iniciativas de gestão integrada das águas urbanas. É importante ressaltar que esses campos de conhecimento referenciam diferentes abordagens, práticas e técnicas para planejamento e intervenções nas realidades urbanas.

No primeiro campo, há várias referências nacionais para a caracterização de assentamentos precários importantes de menção por evidenciar os diversos aspectos que deveriam ser observados nas intervenções. Algumas dessas referências são o 'Guia para o Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários', elaborado pela Secretaria Nacional de Habitação do Ministério das Cidades e pelo Centro de Estudos da Metrópole (2010); o documento 'Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários', produzido pelo Ministério das Cidades e Aliança de Cidades (2009), em especial o Capítulo 4, referente aos 'Assentamentos precários: identificação, caracterização e tipologias de intervenção', elaborado por Rosana Denaldi; e o texto 'Assentamentos precários do tipo favela e loteamento: identificação, dimensionamento e tipologias de intervenção', também elaborado por Denaldi (2013),

e que aborda a caracterização das favelas e os tipos de intervenção que podem ser realizados nesses assentamentos.

Há alguns estudos de indicadores e parâmetros que podem contribuir com as reflexões sobre abordagens integradas para as intervenções nesses assentamentos. A proposta de Moretti e Denaldi (2018) para a aplicação de descritores na análise de projetos de qualificação urbanística de favelas, considerando as dimensões da habitação, mobilidade, saneamento e meio ambiente, por exemplo, foi a principal referência de um dos estudos mencionados neste capítulo. Lima e Somekh (2013), por sua vez, apresentaram um roteiro metodológico para produção de diagnósticos integrados. Já os estudos do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) introduziram uma proposta metodológica para avaliação das intervenções em urbanização de favelas (BALBIM; KRAUSE; BECKER *et al.*, 2013). Bueno (2000) levantou recomendações para o desenvolvimento de projetos e obras de urbanização de favela. Por fim, Ferrara (2013) discute a dimensão ambiental nos processos de urbanização de favelas.

O segundo campo, relativo à gestão integrada das águas urbanas, aborda a perspectiva da drenagem sustentável. Essa perspectiva teria como foco, segundo Alencar (2016), o respeito ao funcionamento natural da bacia hidrográfica; ações voltadas a minimizar os impactos da urbanização; o melhoramento do controle sobre os riscos de inundações; e a redução dos custos de reinvestimentos mediante readequações do sistema de drenagem.

Tal perspectiva parte da visão crítica sobre as abordagens higienistas e racionalistas de promoção de medidas e infraestruturas para a evacuação rápida das águas pluviais, desconsiderando as consequências ambientais e sociais. Propõe também para promover a aproximação de abordagens de valorização dos corpos hídricos, incorporando-os à paisagem urbana com fins de retenção e infiltração das águas pluviais.

Especificamente para as políticas públicas relacionadas à infraestrutura de drenagem urbana, Travassos e Schultz (2013) destacam como premissas: a necessidade de coordenação entre os diversos órgãos envolvidos; o tratamento da questão com realismo, considerando a dificuldade de se eliminar por completo o risco de extravasamento dos corpos d'água; a transparência das ações, esclarecendo e informando a comunidade sobre os riscos remanescentes; e a consideração integrada das questões ambientais relativas às inundações.

Várias iniciativas de gestão integrada das águas urbanas têm contribuído com essa perspectiva de drenagem urbana sustentável, entre elas: técnicas compensatórias em Drenagem Urbana; *Integrated Urban Water Cycle Management* (IUWCM); *Sustainable Urban Water Management* (SUWM); *Sustainable Urban Drainage Systems* - Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS); e *Water Sensitive Urban Design* (WSUD).

A maior parte pode ser relacionada ao campo do ‘Urbanismo Sensível às Águas’ e a técnicas e dispositivos compensatórios para ampliar a eficiência da gestão das águas urbanas. Objetivam capturar escoamento pelos processos naturais de interceptação, infiltração e retenção, fazendo com que o ciclo hidrológico se aproxime de suas condições pré-urbanização (SLETTO; TABORY; STRICKLER, 2019). Além de proporcionarem melhorias na paisagem urbana e redução da vulnerabilidade a alagamentos, possibilitam modificações na estrutura do sistema socioecológico de drenagem na bacia, unindo benefícios urbanos, sociais e ambientais (FLETCHER *et al.*, 2015).

Considerando tais contribuições teóricas e aplicadas, postula-se, em síntese, as seguintes características como desejáveis para um projeto de urbanização de assentamentos precários: (i) que ele seja integrado, ao abranger várias dimensões como a urbanística, ambiental, social, institucional, regulatória, etc.; (ii) integral, por prever e implementar todas as ações e obras necessárias à urbanização e regularização completas; (iii) sustentável, por tratar de forma articulada as dimensões e por possibilitar a gestão e a manutenção adequadas após as intervenções; e (iv) abrangente, por se referenciar em áreas mais amplas como as bacias hidrográficas e também por se preocupar com a integração com o entorno e com a cidade.

## **A BACIA URBANA DA RAMADINHA EM CAMPINA GRANDE**

A cidade de Campina Grande localiza-se na região do semiárido brasileiro. É a segunda maior cidade do estado da Paraíba em termos de população (413.830 habitantes), contando com cerca de 50 bairros (IBGE, 2021).

Campina Grande está próxima a um dos divisores topográficos da bacia hidrográfica e, portanto, não está localizada em vales de rios. As inundações e alagamentos que ocorrem na cidade são consequências de chuvas torrenciais de grande intensidade e curta duração precipitada sobre a zona urbana. Por isso, não são decorrentes do escoamento fluvial oriundo de áreas da bacia a montante.

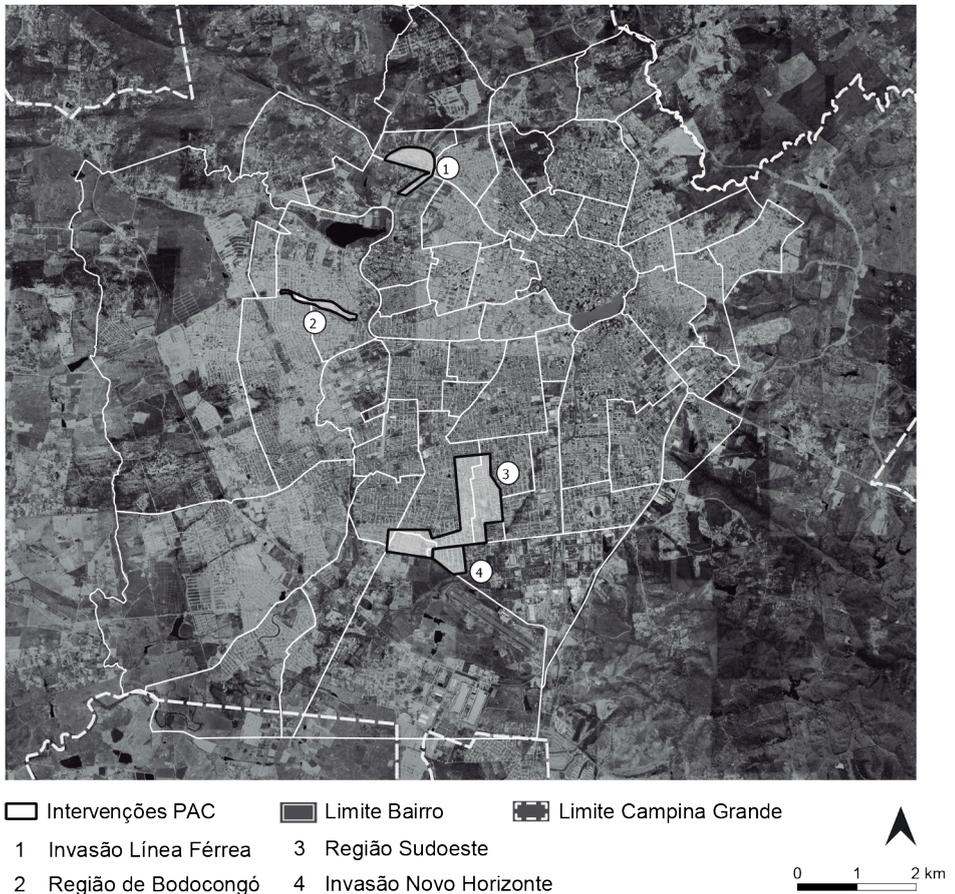
A cidade é cortada por dois riachos: o riacho das Piabas, em sua área leste, e o riacho Bodocongó, na área oeste. O riacho das Piabas é um afluente do riacho Bodocongó, o qual deságua na região periurbana sul da cidade. A bacia da Ramadinha, com 128 ha de área, é cortada pelo riacho da Ramadinha, um afluente do riacho Bodocongó, já canalizado.

Até os anos 1970, a remoção dos assentamentos precários predominava como política municipal. Como expressão dessa política foi elaborado o Plano de Erradicação de Favelas, no âmbito do Plano Local de Desenvolvimento Integrado (PDLI), com a previsão de remoção de nove assentamentos precários.

Somente em 1981, a partir do Programa de Erradicação de Sub-habitação (PROMORAR) de âmbito federal, começaram a ser realizadas intervenções para a urbanização de assentamentos precários em Campina Grande. Entretanto, a maior parte das intervenções até os anos 2000 caracterizou-se pela ênfase na implantação parcial de infraestruturas urbanas. Com o programa Habitar Brasil / BID no início dos anos 2000, houve avanços institucionais e na abordagem integrada da urbanização e regularização de assentamentos precários. A partir de 2004, com recursos desse programa, foi realizada a urbanização do assentamento Pedregal, etapas III e IV, uma das intervenções mais abrangentes e completas de Campina Grande.

Em 2007, foram selecionadas áreas precárias em Campina Grande ainda não contempladas por programas de urbanização. Áreas essas que possuíam como característica comum a necessidade de solucionar problemas relativos à drenagem, dentre estas, a Urbanização da Região do Bodocongó (**Figura 1**). Todavia, considerando a complexidade dessa urbanização, os estudos aqui reportados ficaram restritos à subárea onde foi realizada a principal intervenção de drenagem, denominada de bacia da Ramadinha (**Figura 2**).

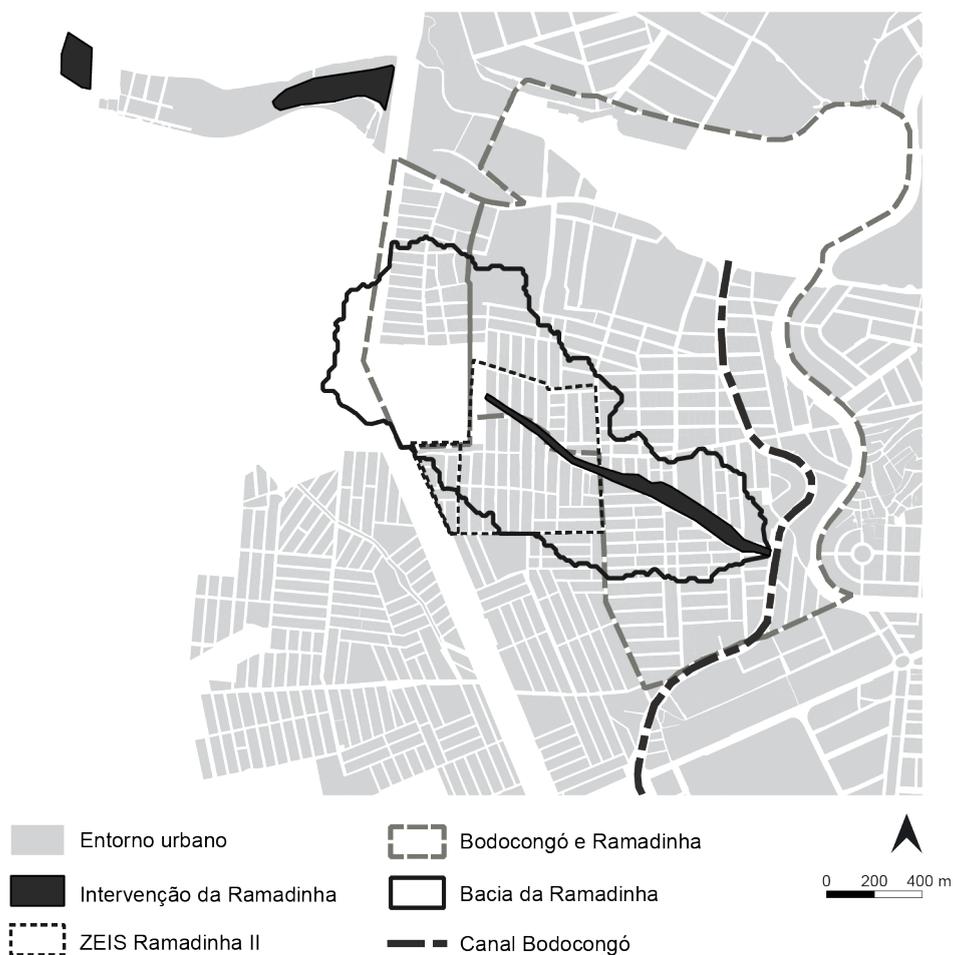
A bacia localiza-se em uma Zona de Recuperação Urbana, de acordo com o Plano Diretor Municipal de Campina Grande (Lei Complementar n.003/2006), com carência de infraestrutura e de equipamentos públicos e com incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda. Ademais, abrange uma das Zonas Especiais de Interesse Social do tipo 1 (ZEIS 1) do município, a ZEIS Invasão Ramadinha II, com parte de sua área reconhecida como um aglomerado subnormal delimitado pelo IBGE (2010).



**Figura 1. Áreas de Intervenção pelo PAC-UAP em Campina Grande.**

**Fonte:** Base cartográfica: Seplan (2011). Elaborado por Helen Barbosa (2021).

Ainda no âmbito do Plano Diretor em sua Seção IV, referente ao Manejo das Águas Pluviais e Drenagem Urbana (Art. 116), foram referenciadas como ações prioritárias: a definição dos mecanismos de fomento para usos do solo compatíveis com as áreas de interesse para drenagem, como parques lineares, áreas de recreação e lazer, hortas comunitárias e manutenção da vegetação nativa (Inciso I); a implantação de medidas de prevenção de inundações (Inciso II); o investimento na renaturalização e melhorias das calhas fluviais e na recuperação dos sistemas de macro e microdrenagem (Inciso III). Entretanto, essas ações não foram priorizadas na bacia da Ramadinha.



**Figura 2. Localização da área de estudo: bacia da Ramadinha.**

**Fonte:** Base cartográfica: Seplan (2011). Elaborado pelos autores (2021).

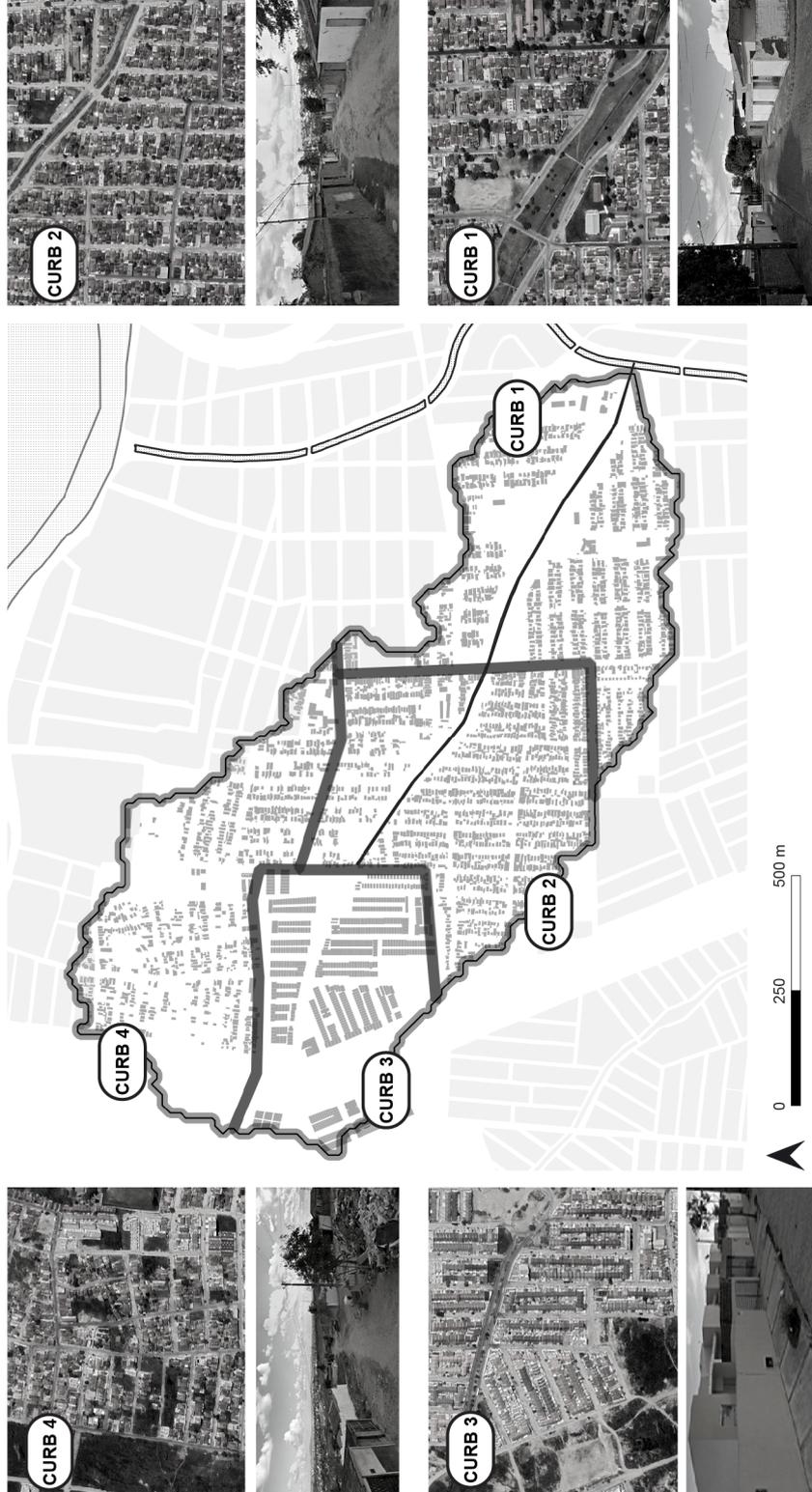
A subárea do canal da Ramadinha, formada em sua maior parte por ocupações informais e loteamentos irregulares, é caracterizada por um tecido urbano heterogêneo, com sua parcela mais a montante em condições mais precárias. Há diversos problemas ambientais, com trechos mais precários e adensados e com uma parte mais urbanizada com largas faixas de preservação nas margens do canal. Quanto às características topográficas, o relevo

varia de plano a suave ondulado, de acordo com as classes de declividade estabelecidas pela Embrapa (1979), com poucas áreas de declive acentuado. Tal relevo implica diretamente na velocidade de escoamento, e neste caso, há uma maior probabilidade de alagamentos nas ruas, sobre as quais escoam as águas pluviais.

No projeto de urbanização, além da construção do canal, também foram propostas: ações e obras de terraplanagem; regularização fundiária; abastecimento de água; esgotamento sanitário; energia elétrica e iluminação; pavimentação e obras viárias, drenagem superficial e calçadas; microdrenagem pluvial; construção de praças e criação de área verde; e Projeto de Trabalho Técnico Social. As famílias que ocupavam as margens do curso d'água foram reassentadas em um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) no bairro de Bodocongó. Porém, as intervenções para a urbanização da subárea da Ramadinha ainda não tinham sido concluídas até o final deste estudo em função de problemas no projeto de drenagem e de execução das obras.

Para as aproximações iniciais, foram realizadas, neste estudo, algumas análises sobre as condições socioterritoriais que partiram do reconhecimento de quatro subáreas (**Figura 3**) com configurações urbanísticas similares. A subárea a leste foi denominada Configuração Urbana 1 (CURB 1), enquanto a ZEIS Ramadinha ficou designada como Configuração Urbana 2 (CURB 2). A região a oeste, em sua parte mais ao sul, foi denominada Configuração Urbana 3 (CURB 3), enquanto a parte mais a norte ficou nomeada por Configuração Urbana 4 (CURB 4).

As quadras e lotes na área da Ramadinha apresentam tamanhos e formatos variados, embora o traçado seja predominantemente regular. Há diferenças nas formas das vias em decorrência das variadas configurações de traçado e parcelamento resultantes de ocupações informais e loteamentos irregulares que conformam a maior parte da área. Há variações, também, quanto aos adensamentos e graus de ocupação do solo. As áreas não ocupadas estão situadas principalmente nas margens do canal em decorrência dos reassentamentos e remoções. Por elas, passam as linhas de transmissão de energia elétrica.



**Figura 3. Divisão da área de estudo em Configurações Urbanas.**

Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011). Elaborado pelos autores (2021).

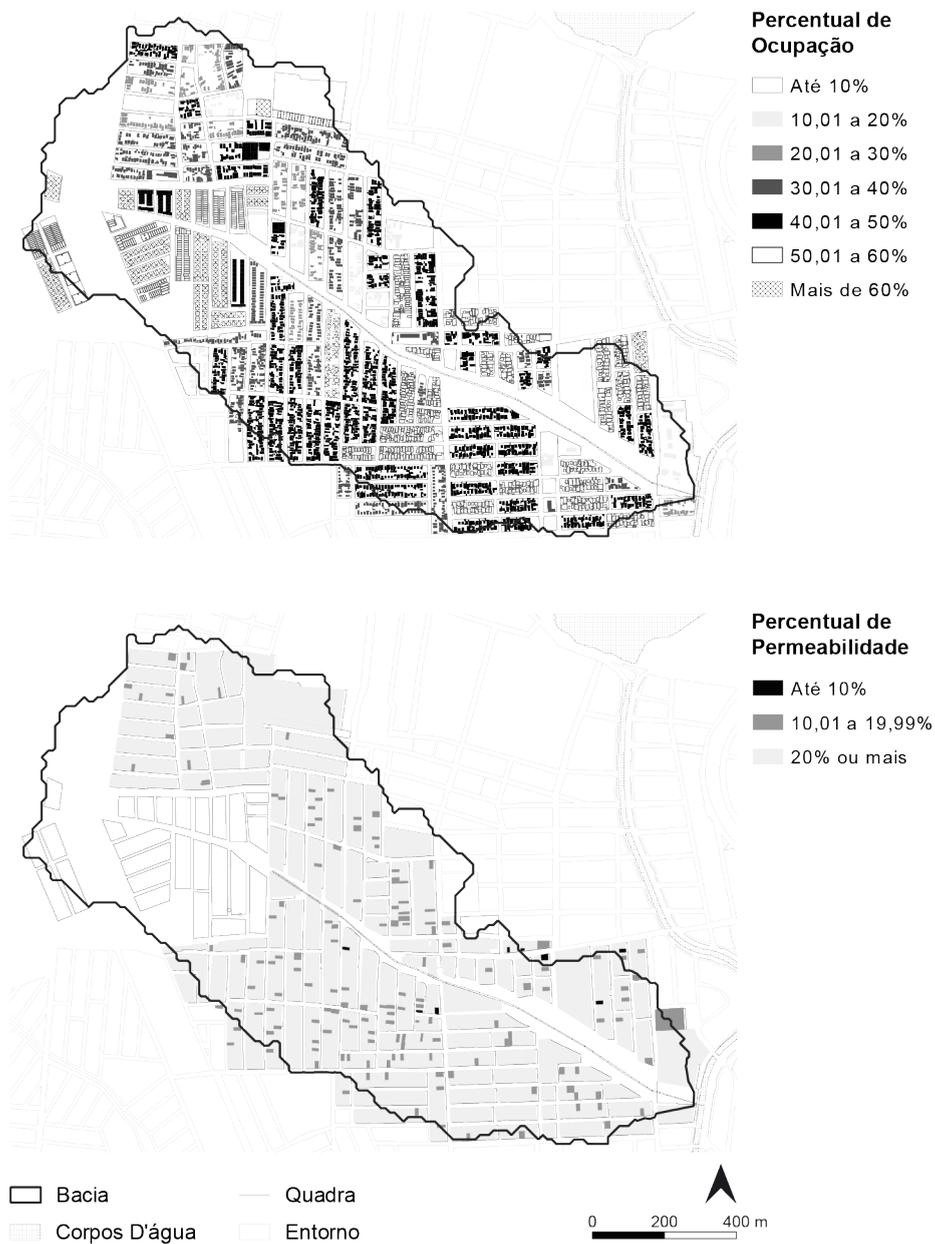
A Lei Municipal n. 4.806/2009 de Campina Grande, trata das Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) e determina 10% como a taxa de solo permeável para cada terreno. As áreas fora da ZEIS estão, segundo o Plano Diretor Municipal (Lei Complementar n.003/2006), em Zona de Recuperação Urbana. A taxa de ocupação máxima definida no Código de Obras (Lei Municipal n. 5410/2013) é de 60% e a taxa de permeabilidade de 20%. Com base nisso, cerca de 7% das ocupações de lotes estão inadequadas, sendo mais preocupante a situação da CURB 3, com 2,52% de áreas permeáveis dentro dos lotes (**Figura 4**).

Em relação ao uso e ocupação do solo, aproximadamente 56% da área total da bacia é de uso residencial. Existem terrenos não ocupados, públicos (9% em lotes e 22,5% em vias) e privados (aproximadamente 7,5%). Os outros usos juntos (misto, comércio, serviços, religioso, etc.) correspondem a 5% da área total.

Na bacia, existe uma escola estadual e uma municipal, duas unidades básicas de saúde, apenas um equipamento público de lazer e dois equipamentos comunitários, que, juntos, representam o uso institucional e correspondem a 3% da área da bacia (**Figura 5**).

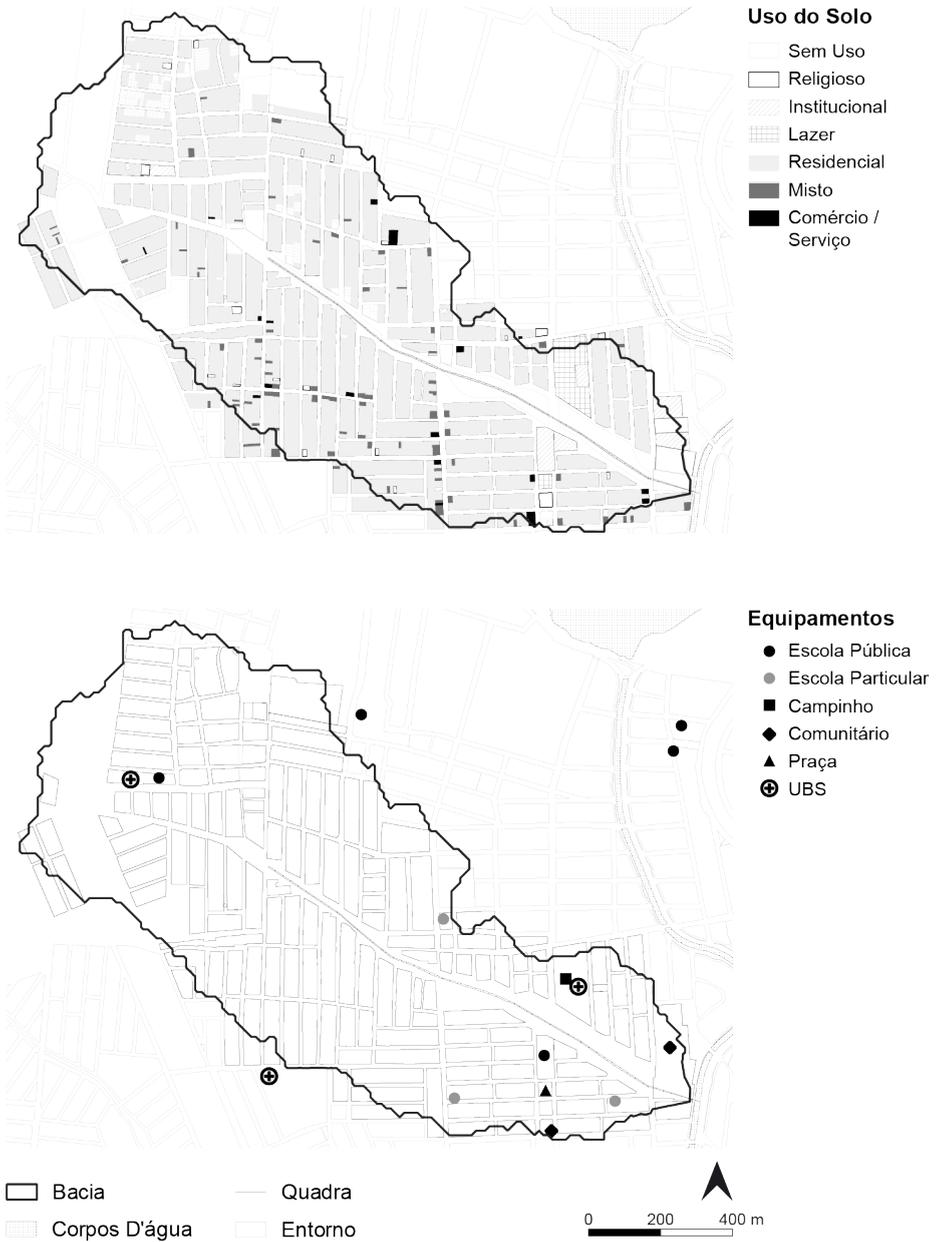
É importante destacar que novas áreas verdes e de lazer ainda são demandadas pelos moradores. Após o processo de reassentamento das famílias das áreas de risco nas proximidades do canal, estas passaram a ser atendidas por novos equipamentos de saúde e educação. A CURB 2 se destaca pela maior variedade de usos e por concentrar a maioria dos equipamentos.

Sobre a mobilidade e acessibilidade, foram estudados o transporte público e as condições das vias e calçadas. As CURBs 2 e 4 se destacam negativamente em relação às condições de pavimentação, com mais de 70% das suas vias ainda sem pavimentação (**Figura 6**). A bacia é servida por cinco linhas de ônibus que a conecta a diversos bairros da cidade, incluindo a área onde as famílias foram reassentadas e ao terminal de integração. Porém, apenas uma atravessa a área de modo amplo, sendo alvo de reclamações da população pelo tempo excessivo de espera. Quanto à mobilidade de pedestres, cerca de 44% das vias apresentam calçadas fora dos padrões técnicos exigidos pela NBR 9050 (ABNT, 2020). Além disso, há por toda a bacia, árvores, lixeiras e postes de energia nas calçadas de forma inadequada, criando obstáculos aos deslocamentos. Apenas 29% das vias têm caminhos sombreados (**Figura 7**).



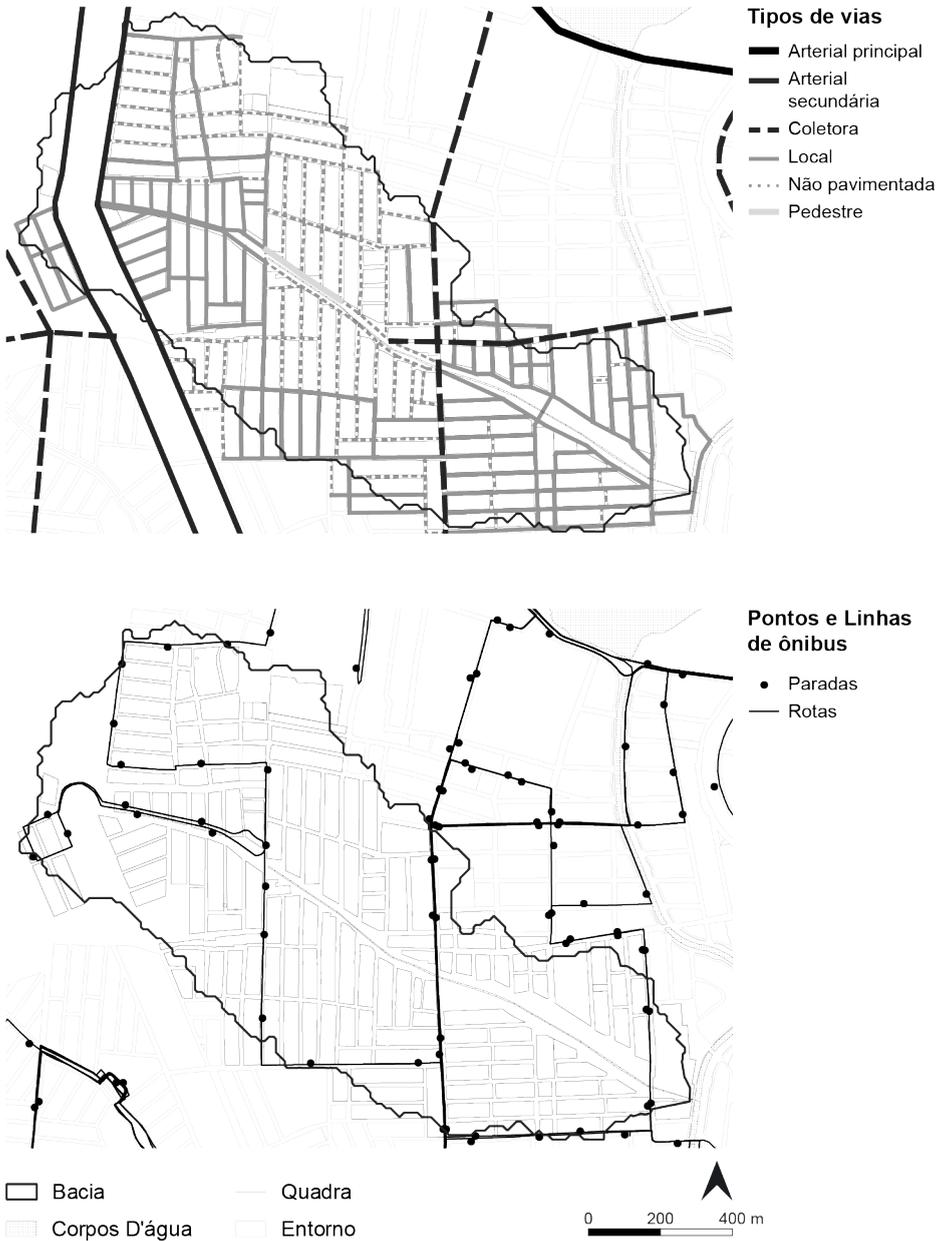
**Figura 4. Cartogramas de percentual de ocupação e permeabilidade da baía.**

Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011) e Souza (2015). Elaborado pelos autores (2020).



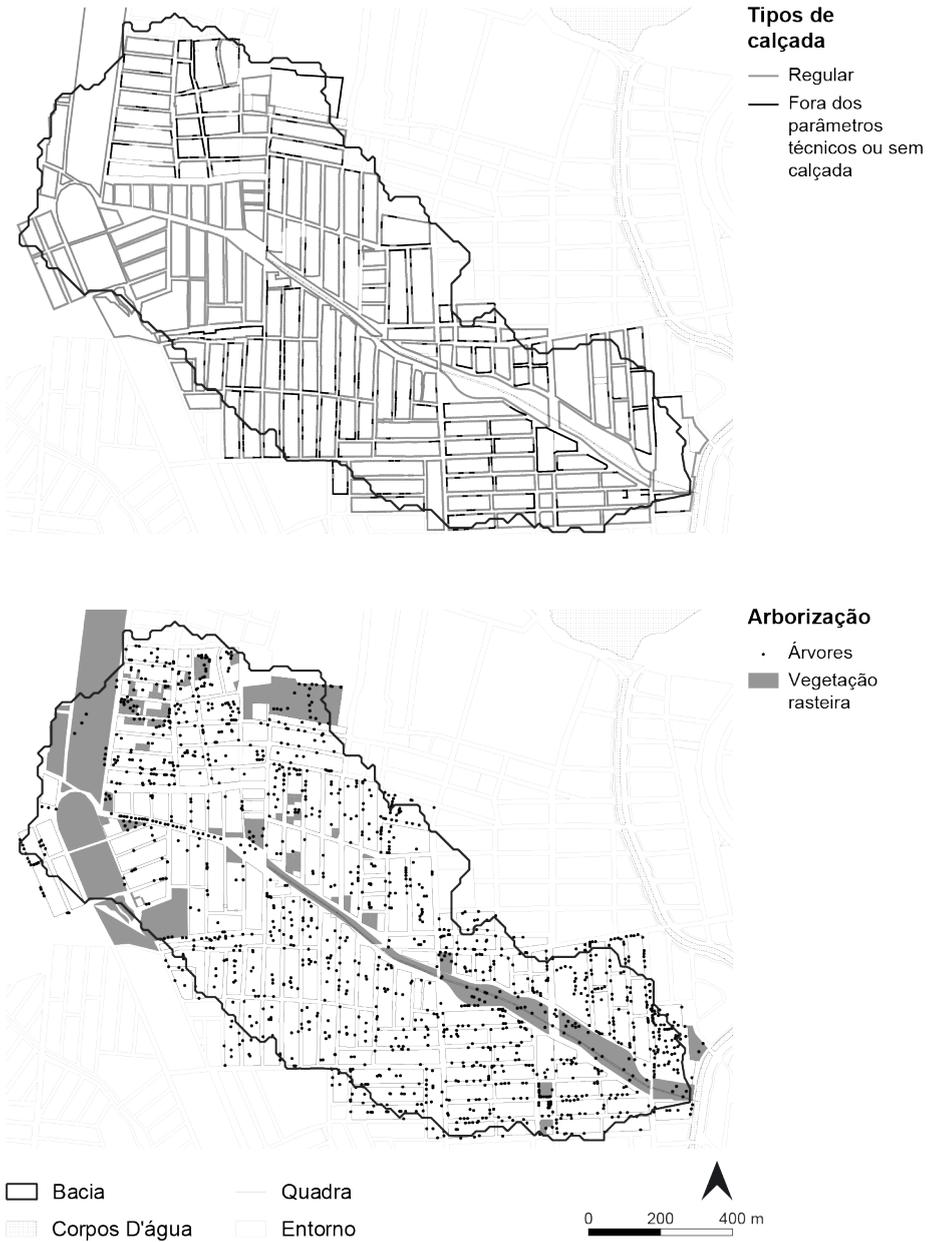
**Figura 5. Cartogramas de uso do solo e equipamentos da bacia.**

**Fonte:** Base cartográfica: Seplan (2011) e Google Earth (2020). Elaborado pelos autores (2021).



**Figura 6. Cartogramas de tipos de vias e pontos e linhas de ônibus da bacia.**

**Fonte:** Base cartográfica: Seplan (2011), Google Earth (2020), Campina Grande (2015), STTP (2020). Elaborado pelos autores (2020).

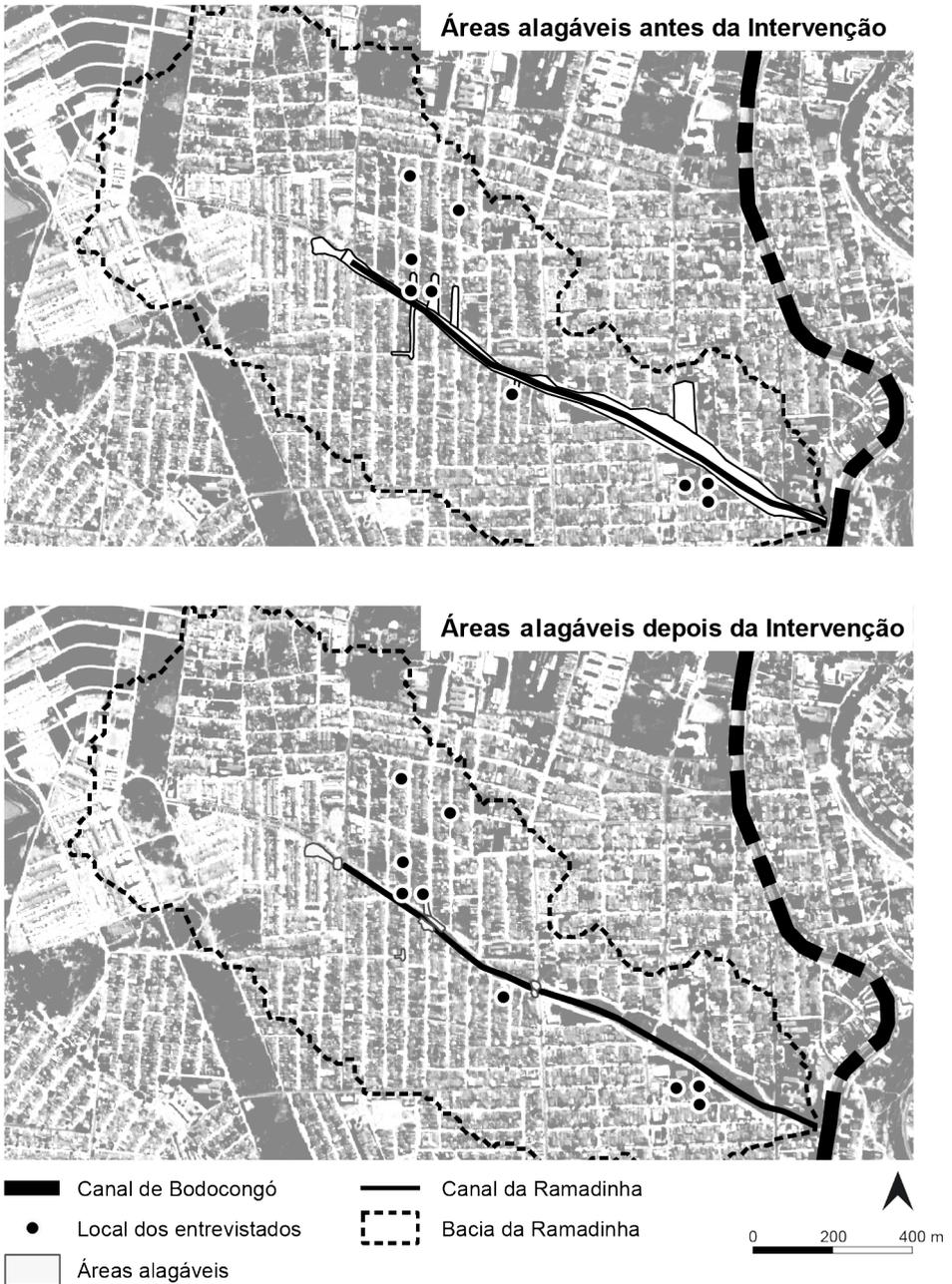


**Figura 7. Cartogramas de calçadas e arborização da bacia.**

**Fonte:** Base cartográfica: Seplan (2011), Google Maps (2020). Elaborado pelos autores (2020).

De modo a avaliar a intervenção de drenagem urbana, foram levantados e analisados articuladamente dados e informações técnicas e institucionais. Além disto, considerou-se as percepções dos moradores e dos técnicos municipais envolvidos na intervenção. A respeito da capacidade hidráulica do canal executado, a intervenção foi considerada eficaz pelos entrevistados por não terem ocorrido extravasamentos após a sua construção. Cabe ressaltar, contudo, que a avaliação das intervenções em drenagem urbana deve ir além do suporte da vazão das estruturas drenantes. Nesse sentido, apesar do canal suportar os cenários extremos, tal condição não indica, necessariamente, que tenha sido adotada a solução mais adequada, uma vez que o problema foi apenas deslocado para a jusante.

Com os relatos dos moradores foi possível mapear e comparar as áreas alagáveis antes da construção do canal – 1ª etapa (2007-2012) e 2ª etapa (2017-2018) – e após a canalização (**Figura 8**). No cenário anterior à intervenção, ocorriam alagamentos na várzea do canal e nos pontos mais baixos das ruas transversais, abrangendo as CURBs 1 e 2. Com a canalização do curso d'água, e sem a conclusão das obras de microdrenagem e pavimentação, deu-se a continuidade de alagamentos nas ruas próximas ao canal e de acúmulo de águas em residências situadas ao longo da CURB 2, em ruas que ainda não foram atendidas pela intervenção. Em algumas residências, localizadas nos pontos baixos das ruas, os moradores construíram barreiras nas portas, instalaram tubulações nas calçadas e/ou aterraram a construção como medidas de proteção contra a entrada de água durante chuvas intensas.



**Figura 8.** Áreas alagáveis de acordo com relatos de moradores – antes e depois da intervenção.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

## **AVALIAÇÃO INTEGRADA DA URBANIZAÇÃO DA BACIA DA RAMADINHA**

Os estudos para contribuir com a avaliação integrada da urbanização na bacia da Ramadinha tiveram como ponto de partida a drenagem como um dos elementos estruturadores à urbanização. Inicialmente, foram avaliadas as melhorias decorrentes da urbanização, verificando as condições de adequação ou inadequação de descritores quantitativos e qualitativos definidos para avaliação da intervenção. As condições de drenagem foram analisadas por meio de simulações hidráulicas e hidrológicas, que mostraram o comportamento hidrológico da bacia, a capacidade hidráulica do canal de drenagem e a ocorrência de alagamentos.

Diante desses resultados, foram propostas alternativas baseadas em *Sustainable Urban Drainage Systems* (SUDS). Segundo Silveira (2002), os SUDS são passíveis de aplicação em áreas já consolidadas e com alto adensamento, se forem aproveitados os espaços ainda disponíveis e/ou subutilizados da bacia. Por fim, analisou-se a robustez socioecológica do sistema, sendo propostas recomendações para cenários pós-urbanização<sup>1</sup> que visem à integração dos SUDS na bacia como forma de mitigar a vulnerabilidade ao alagamento e revitalizar a paisagem urbana.

---

1. A Robustez Socioecológica é uma ferramenta analítica para compreensão das dinâmicas e indicação de caminhos potenciais que levem à adaptação do sistema. Ela é aplicada em nível do monitoramento das percepções sobre o recurso, da confiança entre os atores e da participação social (ANDERIES; BARRETEAU; BRADY, 2019).

## **Análise multidimensional da urbanização**

A partir dos parâmetros definidos por Moretti e Denaldi (2018), que utilizam descritores para as dimensões de habitação, mobilidade, saneamento e meio ambiente, foram realizados, neste estudo, ajustes nas metas e descritores para aumentar a viabilidade de obtenção de informações e dados. Foram propostas novas metas, descritores e dimensões de análise perante o interesse em adotar uma abordagem integral. Em adição, foram propostos parâmetros técnicos para alguns descritores, tornando possível avaliar as tendências à adequação ou à inadequação das condições. Alguns dos descritores, porém, não receberam classificação quanto à adequação, em decorrência da impossibilidade de estabelecimento de parâmetros técnicos. A síntese da avaliação por descritores está apresentada no **Quadro 1**.

Ao analisar os descritores relacionados à melhoria das condições de habitação, percebe-se que as ações não consideraram a adoção de assistência técnica, ações de pós-ocupação e aquelas relacionadas aos equipamentos. Em relação à melhoria das condições de mobilidade, ficou evidente a insuficiente preocupação com a articulação das intervenções e com o pedestre. A respeito do saneamento e meio ambiente, verificou-se que ainda não houve a recuperação das áreas de margens do canal e que as melhorias nas infraestruturas de esgoto e drenagem, embora ainda estejam sendo realizadas, limitam-se a uma área apenas, desconsiderando os problemas do entorno.

Destaca-se a área da ZEIS Ramadinha, definida neste capítulo como a CURB 2, por concentrar alguns dos principais problemas locais, mesmo após as intervenções, a exemplo da falta de arborização, da grande quantidade de calçadas irregulares, vias sem pavimentação e ausência de equipamentos urbanos. Portanto, houve melhoria das condições de habitabilidade da Região de Bodocongó, mas sem abranger todas as áreas e toda a população.

**Quadro 1: Síntese da avaliação das condições habitacionais, de mobilidade e de saneamento e meio ambiente.**

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES (1/3)			
DIMENSÕES	METAS	DESCRITORES	AVALIAÇÕES
<b>Melhoria das condições de habitação</b>	<b>Garantia de moradia adequada para as famílias removidas</b>	<b>Reassentamento</b> das famílias em unidades prontas e próximas ao núcleo original e em locais adequados.	As famílias foram reassentadas para empreendimento habitacional a 1,1 km de distância em local com disponibilidade de equipamentos, infraestrutura e serviços. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Requalificação de moradias localizadas em áreas consolidáveis</b>	Existência de <b>apoio para reforma e requalificação das moradias</b> por meio de assistência técnica e/ou viabilização de material de construção, principalmente para requalificação das moradias em setores altamente densos e/ou com acesso inadequado.	Não foram prestados serviços de assistência técnica e nem foram fornecidos materiais de construção para reforma e requalificação das moradias. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade</b>	Existe uma <b>fração mínima de terra</b> por unidade habitacional.	O percentual de permeabilidade igual ou maior que 10% para ZEIS e 20% para as outras áreas foi verificado em, pelo menos, 50% dos lotes. Em algumas subáreas associadas às condições das construções, avaliações resultam em inadequações de adensamento e insalubridade.
	<b>Criação de condições para a execução do controle e manutenção urbana</b>	Existência de <b>mecanismos</b> (regulação, trabalho social) e <b>meios</b> (pessoal, recursos) para desenvolver <b>ações de pós-ocupação</b> (educação ambiental, controle urbano e assistência à autoconstrução).	Inexistência de mecanismos e ações de pós-ocupação e não integração da população na gestão e controle urbano. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

		<p>Metragem quadrada por domicílio de <b>áreas de uso comum qualificadas para uso público</b>: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.</p>	<p>Menos de 15% de área destinada ao uso institucional, equipamentos e espaços públicos / área verde. Essa porcentagem, definida na lei das ZEIS, é de 0 na área da ZEIS Ramadinha, que é a CURB 2. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
<p>(continuação) <b>Melhoria das condições de habitação</b></p>	<p><b>Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos</b></p>	<p>Localização, distribuição e tratamento paisagístico das <b>áreas de uso comum qualificadas para uso público</b>: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.</p> <p>Existência dos <b>equipamentos públicos</b> (escolas, postos de saúde etc.) na área e/ou nas proximidades do assentamento.</p>	<p>Não há oferta de equipamentos de lazer no perímetro e entorno (para toda a área) a uma distância a pé de no máximo 500m. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p> <p>Não há oferta de equipamentos públicos no perímetro e entorno (para toda a área), sendo necessário percorrer uma distância maior que 500m a pé. As CURBs 2 e 3 não apresentam nenhum equipamento. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
	<p><b>Redução das situações de difícil acesso aos domicílios</b></p>	<p>Percentual de domicílios em <b>vias que só permitem acesso de pedestres.</b></p>	<p>Todas as vias apresentam largura maior do que 3,5 m, com exceção de uma via de difícil acesso que não possibilita a passagem de veículos, considerada, assim, de pedestres.</p>
<p><b>Melhoria das condições de mobilidade</b></p>	<p><b>Articulação do sistema viário interno com o do entorno</b></p> <p><b>Pavimentação adequada das vias</b></p>	<p><b>Articulação do sistema viário interno com o do entorno</b>, considerando a estrutura viária oferecida e o porte do assentamento.</p> <p><b>Pavimentação</b> implementada de forma <b>conjugada às soluções de abastecimento</b> de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial.</p>	<p>Cerca de 21% das vias têm continuidade e aproximadamente de 18% das vias são articuladas com o entorno, somando cerca de 39% de vias articuladas.</p> <p>Pavimentação implementada de forma desarticulada às infraestruturas de saneamento ambiental.</p>
<p><b>Atendimento dos domicílios por transporte público</b></p>	<p>Percentual de <b>domicílios atendidos por transporte público</b> em um raio de 500 metros.</p>	<p>Todos os domicílios são atendidos com esse raio. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b></p>	

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES (2/3)			AVALIAÇÕES
DIMENSÕES	METAS	DESCRITORES	
(continuação) Melhoria das condições de mobilidade	Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário	Percentual de <b>vias arborizadas</b> com relação à extensão total de vias de veículos.	Todas as vias apresentam largura maior que 3,5m possibilitando a passagem de veículos grandes, com exceção de uma via de difícil acesso e considerada de pedestre. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	Qualidade da circulação de pedestres	Condições de <b>acessibilidade para pedestres</b> (separação entre veículos e pedestres, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas).	Menos de 50% de vias com árvores que geram caminhos sombreados. A CURB 3 apresenta apenas 1 via completamente arborizada e a CURB 2, apenas 3. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente		Garantia de acesso à rede de abastecimento oficial de <b>água potável</b> .	Menos de 70% das vias não contemplam a maior parte dos elementos referentes à acessibilidade. A CURB 2 apresenta a maior concentração das irregularidades em calçadas. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	Atendimento dos domicílios por rede oficial de esgotos, água potável e eletricidade	Garantia de acesso à rede de abastecimento oficial de <b>esgotamento sanitário</b> .	Todos os domicílios da área estão conectados à rede oficial de abastecimento de água. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
		Garantia de acesso à <b>energia elétrica</b> .	Parte dos domicílios da área não está conectada à rede oficial de esgotamento sanitário. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
			Parte dos domicílios da área não está conectada à rede oficial de energia. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

(continuação)  
Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente

<p>Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais</p>	<p>Existência de <b>estruturas adequadas de macrodrenagem</b> na área de intervenção.</p>	<p>Há estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO</b></p>
	<p>Existência de <b>estruturas adequadas de micro drenagem</b> na área de intervenção.</p>	<p>Há parcialmente estruturas adequadas de micro drenagem, pois estas não abrangem todas as vias da bacia, sendo concentrada no encontro das ruas transversais com o canal da Ramadinha. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
	<p>Existência de <b>dispositivos alternativos e complementares de drenagem.</b></p>	<p>Não há dispositivos alternativos de microdrenagem. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
	<p>Garantia de <b>medidas não estruturais adequadas</b> em relação à <b>drenagem</b> na área de intervenção.</p>	<p>Não foram adotadas medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem, embora tenham ocorrido ações sociais na intervenção de drenagem, estas não estiveram focadas na problemática de drenagem e o controle urbano é insuficiente. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
	<p><b>Limpeza e remoção de detritos</b> no sistema de drenagem das águas pluviais.</p>	<p>Parte do sistema de drenagem não tem serviços adequados e/ou regulares de limpeza e remoção de detritos. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES (3/3)			
DIMENSÕES	METAS	DESCRIPTORIOS	AVALIAÇÕES
(continuação) Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente	Recuperação das áreas de margens de cursos d'água e nascentes	Destinação dada aos terrenos situados junto a cursos d'água - preservação e recuperação da vegetação.	Parte dos terrenos situados junto a cursos d'água e nascentes após a urbanização não foi preservada e não teve a vegetação recuperada e preservada. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Existência de estratégias para evitar a ocupação e/ou recuperação de áreas verdes e livres.	Estratégias para evitar a ocupação e/ou recuperação não foram implementadas para as áreas verdes e livres. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Utilização de faixa de 15 a 30 metros prioritariamente para implantação de usos urbanos de baixo impacto, como equipamentos sociais, áreas de lazer, parques etc.	Faixa de 15 a 30 metros ocupada parcialmente com usos de baixo impacto. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	Aumento do percentual de áreas permeáveis e com cobertura vegetal e arborização	Percentual de áreas permeáveis (excetuando-se as áreas de lotes).  Percentual de vias arborizadas.	Todas as áreas fora dos lotes, com exceção das vias, são de solo natural.  A partir da contagem de vias chegou-se ao resultado de cerca de 29 % delas geram, no seu total, caminhos sombreados.

<p><b>Articulação entre urbanização e políticas públicas</b></p>	<p><b>Articulação com políticas e serviços públicos</b></p>	<p>Processos de <b>urbanização e regularização articulados a políticas e serviços públicos</b> (saúde, saneamento, educação, cultura e desporto, assistência social, justiça, trabalho e emprego, mobilidade urbana, entre outras).</p>	<p>Apesar das atividades desenvolvidas no âmbito do trabalho técnico social, não houve articulação com política e serviços públicos de forma ampla. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>
<p><b>Adequação à regulação urbanística e ambiental</b></p>	<p><b>Garantia de atendimento às normas urbanísticas e ambientais</b></p>	<p><b>Atendimento às normas</b> de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edilícias e ambientais.</p>	<p>As normas não foram consideradas totalmente no projeto e intervenções, nem foram criadas normas específicas e a área não poderá ser regularizada no âmbito urbanístico. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b></p>

### LEGENDA DAS METAS E DESCRITORES

Proposto por Moretti e Denaldi (2018)	
Proposto pela equipe do Núcleo Paraíba Observatório das Metrópoles	

**Fonte:** Elaborado pelos autores (2021).

## Análise da drenagem

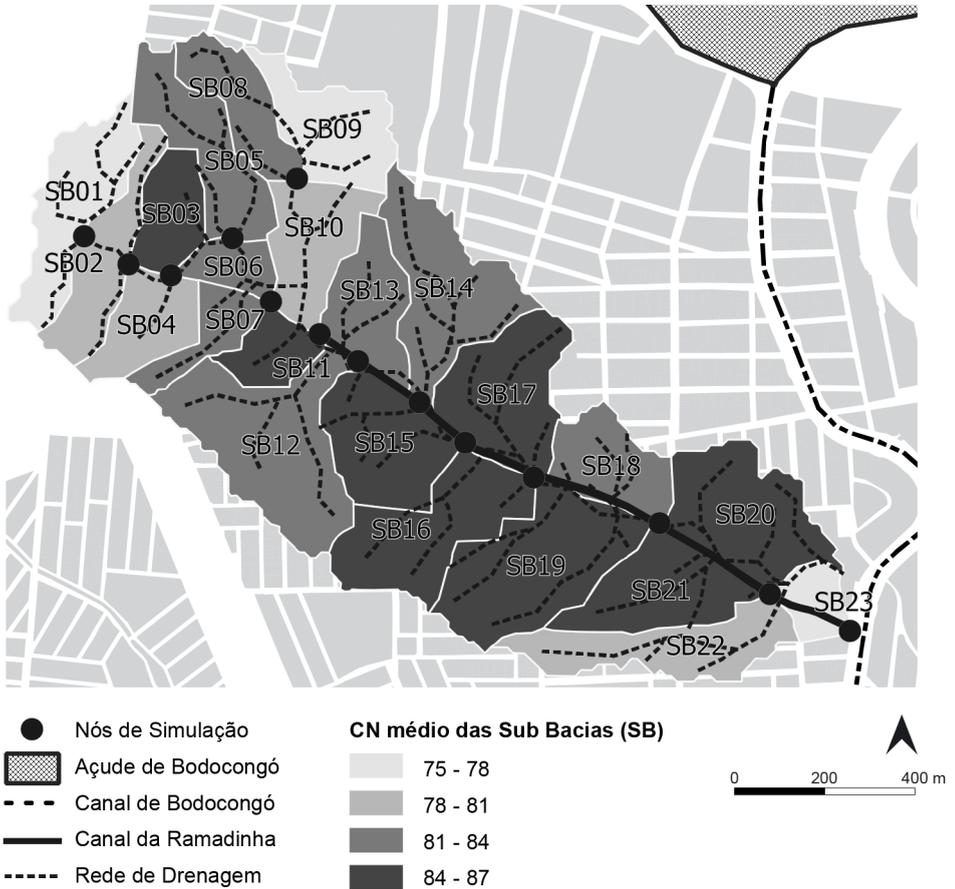
Para uma avaliação técnica das condições hidrológicas e hidráulicas na bacia da Ramadinha, foi realizada modelagem computacional e analisadas as informações sobre o projeto e sua execução obtidas por meio de bases documentais e depoimentos da equipe técnica da prefeitura municipal. As simulações hidrológicas foram realizadas no modelo *Hydrologic Modeling System* – HEC-HMS e para a caracterização do uso e ocupação do solo, foi utilizado o modelo do *Soil Conservation Service* – SCS (SCS, 1964).

A partir da observação detalhada de imagens do Google Earth e do Street View, e através do uso do QGIS 3.6, foram delimitadas as áreas correspondentes de cada tipo de uso do solo (áreas verdes, solo exposto, lotes construídos, vias e calçadas) para ponderação do parâmetro Curva Número (CN). Considerou-se o solo tipo B para bacia (EMBRAPA, 2006) e a condição de umidade anterior II (medianamente úmido). As vazões geradas no HEC-HMS foram utilizadas posteriormente para analisar a capacidade hidráulica do canal no modelo de remanso no HEC-RAS, inserindo como dados de entrada os hidrogramas de projeto, geometria, revestimento e perfil longitudinal do canal.

Adotou-se a duração de 30 minutos, que corresponde ao tempo de concentração da bacia. Para a desagregação temporal dos eventos, optou-se por considerar o padrão de distribuição durante evento crítico observado no dia 21 de janeiro de 2020 (CEMADEN, 2020), com lâmina total de 52 mm e duração de 1 hora.

Por fim, foram selecionados os tempos de retorno equivalentes a  $TR = 10$  anos,  $TR = 25$  anos e  $TR = 100$  anos, de acordo com as recomendações dos manuais de drenagem urbana (DAEE/CETESB, 1980; SUDERHSA, 2002). As chuvas de projeto utilizadas no modelo hidrológico foram geradas a partir das curvas Intensidade-Duração-Frequência obtidas por Aragão, Figueiredo, Srinivasan et al. (2000) para a cidade de Campina Grande.

Para a simulação hidrológica, a bacia foi discretizada em 23 Sub Bacias (SB), considerando como critérios a rede natural de drenagem, declividade do terreno, pontos favoráveis a alagamentos, presença de passarelas e bueiros ao longo do canal e os arruamentos, uma vez que a microdrenagem na área de estudo é majoritariamente superficial (**Figura 9**). A caracterização do uso do solo mostrou altos níveis de impermeabilização, sobretudo nas áreas adjacentes ao curso d'água canalizado, que são mais urbanizadas, com presença maior de

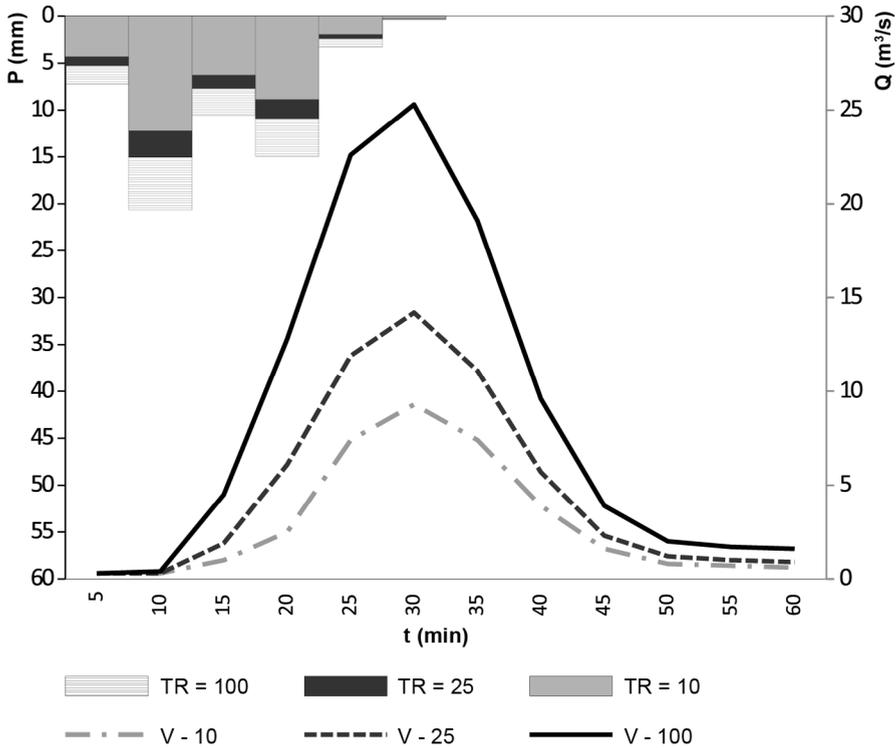


**Figura 9.** Discretização e caracterização do solo da bacia da Ramadinha.

Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011). Elaborado pelos autores (2021).

áreas verdes e de solo exposto nas áreas mais afastadas a montante do canal. O CN médio é igual a 83,2 para a bacia.

A partir dos hidrogramas simulados (**Figura 10**), foram obtidos os níveis máximos d'água de 0,66 m, 0,86 m e 1,34 m na seção final do canal para os três períodos de retorno, respectivamente, ou seja: 31,40%, 40,95% e 63,80% da altura da seção do canal. No entanto, as velocidades de escoamento máximas nas seções ultrapassam o limite recomendado nos manuais de drenagem urbana, que é de 5 m/s. Houve, então, uma superestimativa das dimensões da seção do canal no projeto, impactando o custo financeiro, o número de



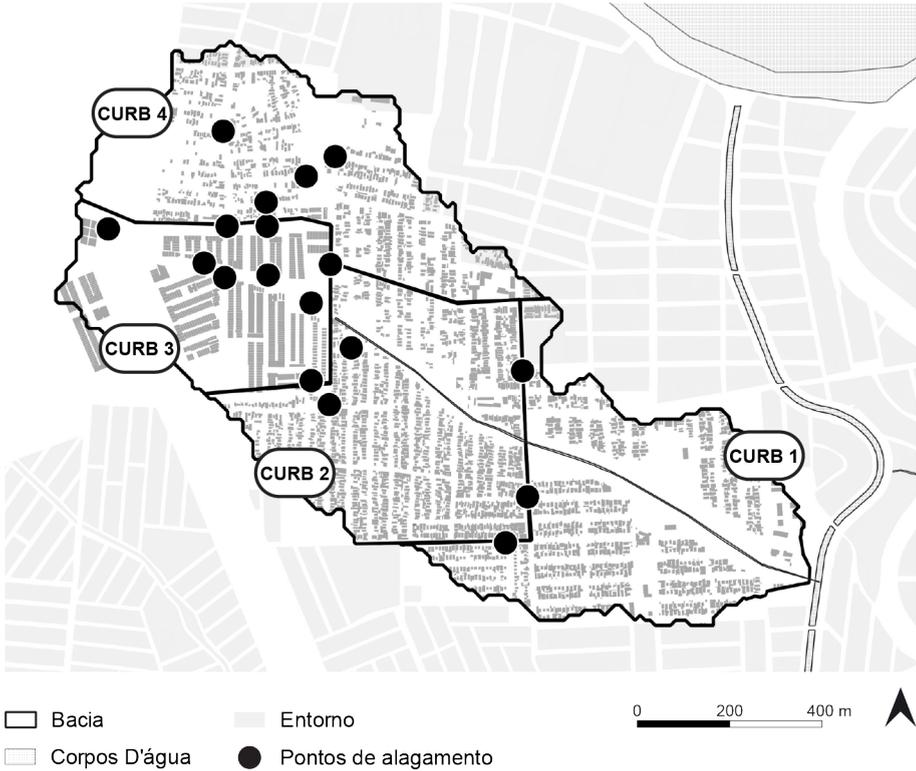
**Figura 10.** Hidrogramas no exutório da bacia da Ramadinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

desapropriações na várzea do canal, a mobilidade urbana e a relação da comunidade com a intervenção.

As entrevistas realizadas com os moradores e técnicos da prefeitura deram suporte à análise da pesquisa e confirmaram os resultados obtidos quanto à capacidade hidráulica do canal. Porém, para além da capacidade de suporte da estrutura de macrodrenagem, a modelagem realizada no *Stormwater Management Model* (SWMM) indicou que, mesmo com a construção do canal e dos poucos elementos de microdrenagem próximos à macroestrutura, ainda são observados pontos de alagamento ao longo das CURBs 2, 3 e 4, estando apenas a CURB 1 não vulnerável ao alagamento (**Figura 11**).

## Alagamento no cenário atual



**Figura 11.** Simulação de alagamentos para a bacia da Ramadinha.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

Além da tecnicidade dos projetos e intervenções na drenagem, o sistema sofre interferências do contexto social e urbano no qual está implementado e dos indivíduos aos quais se destinam. A análise da robustez socioecológica do sistema de drenagem revelou que o mesmo, em sua situação atual, apresenta falhas funcionais acentuadas pelos pontos de alagamento ao longo da bacia (**Figura 11**). Além disso, é pouco robusto, uma vez que há baixa confiança mútua entre os gestores, moradores e lideranças das áreas sob intervenção. Também não apresenta monitoramento apropriado e regular do funcionamento e tampouco proporciona um ambiente adequado para resolução de conflitos.

## Análise da implementação de SUDS

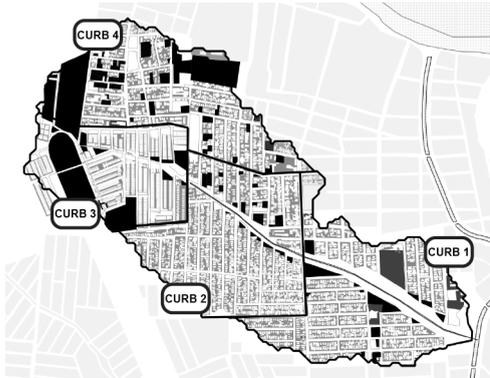
Os SUDS avaliados para a bacia foram os pavimentos permeáveis (PP), as trincheiras de infiltração (TI), os sistemas de biorretenção (SB) e a captação e aproveitamento de água da chuva para uso doméstico (AAC) (SILVEIRA, 2002; FLETCHER et al., 2015; SLETTTO; TABORY; STRICKLER, 2019).

Inicialmente, foram confeccionados cartogramas de adequabilidade desses sistemas para o território da bacia através da sobreposição dos componentes físicos e urbanos compatíveis à alocação de cada técnica. Em seguida, o cenário atual e com SUDS em espaços públicos e privados foram simulados através do modelo hidráulico/hidrológico SWMM, de forma a obter a vulnerabilidade ao alagamento da bacia em cada um desses cenários. Os cartogramas de adequabilidade das técnicas SUDS (**Figura 12**) evidenciam como as distintas CURBs apresentam diferentes disponibilidades dos componentes urbanos e físicos, influenciando na adequabilidade da bacia à implementação dos sistemas de drenagem sustentável.

Para os espaços públicos, os SB foi a técnica mais adequada a todas as CURBs, exceto à CURB 2. Apenas 3,5% da área desta CURB é adequada a esse sistema devido ao alto adensamento urbano, com ausência de parques e praças e poucas áreas com potencial para se tornar espaços públicos abertos de lazer, recreação e contemplação. Entretanto, observa-se um grande potencial de implementação de PP em espaços públicos ao longo da CURB 2 (15,8%), que é formada por várias vias ainda não pavimentadas e de baixa declividade, proporcionando locais ideais à inclusão destes pavimentos.

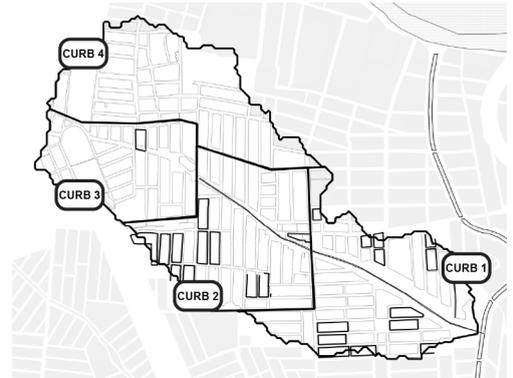
Para os espaços privados, a AAC (restringidos, neste estudo, a tanques com capacidade de 200 litros) foi a técnica SUDS para a qual a bacia apresentou maiores porcentagens de adequação, pelo fato de não apresentar relevantes restrições físicas e urbanas. Desta forma, o AAC adequa-se principalmente às CURBs mais adensadas da bacia, como a CURB 2 (31,4% de adequabilidade), devido a sua alta disponibilidade de lotes habitados passíveis à adoção dessa prática. Além disso, os SBs em lotes privados também apresentaram grandes percentuais de adequabilidade, inclusive na CURB 2 (25,1%). Assim, apesar de ser uma área muito adensada e pouco propícia à incorporação de SBs em espaços públicos, a CURB 2 apresenta grande potencialidade de implantação dessa mesma técnica em espaços privados, pela presença considerável de áreas permeáveis dentro dos lotes.

**Sistemas de biorretenção**



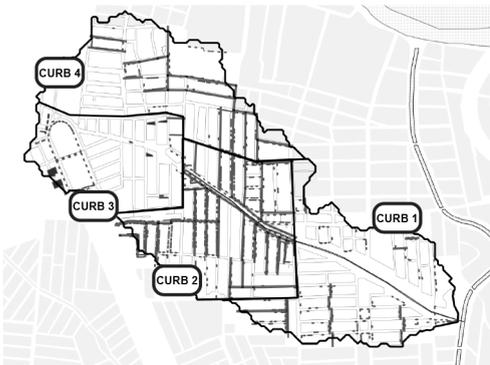
- Áreas não construídas e terrenos vazios
- Espaços abertos privados
- Espaços abertos públicos

**Trincheiras de infiltração**



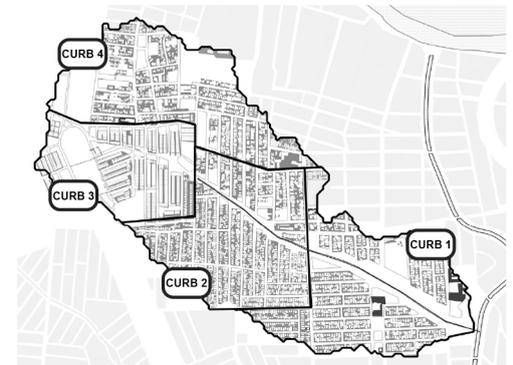
- Adjacência de vias e calçadas

**Pavimentos Permeáveis**



- Calçadas absentes e irregulares
- Vias não pavimentadas
- Estacionamentos

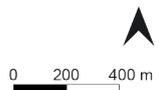
**Armazenamento de água de chuva**



- Espaços abertos privados
- Espaços abertos públicos

**LEGENDA GERAL**

- Bacia
- ▨ Corpos D'água
- Entorno



**Figura 12. Cartogramas de adequabilidade da bacia à implementação dos SUDS.**

Fonte: Elaborado pelos autores (2021).

A partir das análises de adequabilidade, foram definidos dois cenários de simulação para verificar a ocorrência de alagamentos ao longo da bacia: o primeiro cenário com a adoção das técnicas de PP, TI e SB em espaços públicos; e, o segundo, com a adoção adicional de técnicas também em espaços privados, neste caso as técnicas de AAC, PP e SB. Os resultados da vulnerabilidade ao alagamento para os cenários estão apresentados na **Figura 13**.

A implantação de SUDS propiciaria uma redução dos pontos de alagamento em relação ao cenário atual da urbanização. Porém, SUDS implantados apenas em espaços públicos não são suficientes para evitar todos os pontos de alagamento ao longo da bacia, principalmente perante a insuficiência de espaços abertos públicos na CURB 2 e a existência de pavimentos tradicionais na CURB 3. Em contrapartida, a implantação dos SUDS tanto em espaços públicos quanto privados aponta uma redução de 83,3% dos pontos de alagamento na bacia em relação ao cenário atual, enfatizando a importância de também se considerar intervenções com medidas sustentáveis de drenagem urbana em lotes privados, principalmente nas CURBs mais adensadas.

A incorporação de SUDS, além da redução dos pontos de alagamento, poderia permitir que o sistema adquirisse robustez ao habilitar: a participação da população no processo de gerenciamento, incitando confiança nas relações com os gestores municipais e interesse no processo; a melhoria na percepção sobre o recurso, em função dos ambientes multifuncionais de valorização do espaço e atribuição de valor econômico e redução de custos no serviço de abastecimento de água convencional; e a resolução de conflitos, devido aos ambientes que promovem a mobilização e participação dos diversos agentes.

Assim, para futuros cenários de urbanização, propõe-se o aproveitamento de terrenos ainda não ocupados para a implementação de áreas verdes e equipamentos públicos de lazer integrados a medidas de drenagem urbana sustentável. Ademais, as próximas intervenções na bacia podem considerar o uso dos pavimentos permeáveis nas vias e calçadas, em detrimento do tradicional. Ainda no âmbito da mobilidade urbana, os fluxos das ruas da bacia podem ser avaliados individualmente quanto à possibilidade de tornarem-se vias de mão única, possibilitando a inclusão das trincheiras de infiltração. Mediante programas de incentivo, os SUDS podem ser integrados a jardins em áreas privadas e inicialmente nos lotes cujos habitantes já possuem o hábito de cultivar jardins e hortas, pois considera-se que estes, possivelmente, se engajarão mais em relação à apropriação e aceitação destes sistemas em seus imóveis.

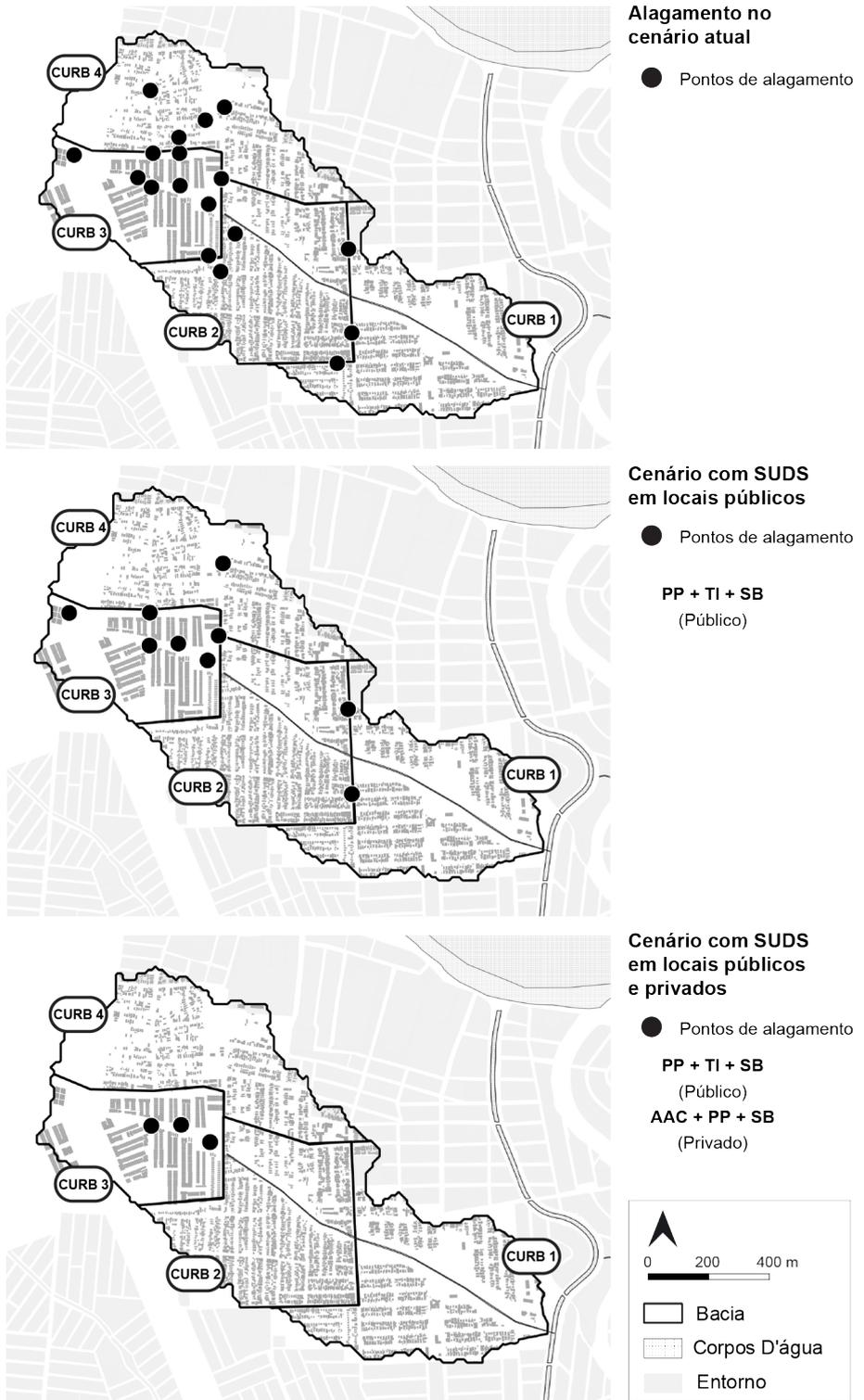


Figura 13. Alagamento nos cenários simulados.

Fonte: Elaborado pelos autores (2021). **PP:** Pavimentos Permeáveis; **TI:** Trincheiras de Infiltração; **SB:** Sistemas de Biorretenção; **AAC:** Armazenamento de Água de Chuva.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos projetos do PAC-UAP na cidade de Campina Grande foram realizadas intervenções que priorizaram a implantação de infraestruturas básicas com projetos desarticulados e sem considerar a desejável integração entre as dimensões urbanística, ambiental e social.

Na bacia da Ramadinha, na Região do Bodocongó, houve melhorias infraestruturais nas condições habitacionais, de mobilidade, de saneamento e ambientais, tendendo, entretanto, à inadequação em sua maior parte. Na drenagem urbana, foram priorizadas obras convencionais pautadas na abordagem racionalista, desconsiderando os impactos para além da área de intervenção, as condições socioterritoriais dos assentamentos precários, as medidas não estruturais e as alternativas complementares de drenagem sustentável. Tampouco foram consideradas as ações prioritárias apontadas no Plano Diretor Municipal de Campina Grande, como a definição de usos do solo compatíveis com as áreas de interesse para drenagem e o investimento na renaturalização das margens de cursos d'água e melhorias das calhas fluviais.

Mesmo com a canalização do curso d'água na Ramadinha, há a continuidade de alagamentos nas ruas próximas ao canal, reportada por moradores entrevistados. Tais inadequações são resultantes da abordagem restrita de intervenção, com a microdrenagem praticamente inexistente. Vale registrar ainda que algumas obras não foram concluídas na área de intervenção, sendo constatado ainda o superdimensionamento do canal. Caso houvesse implantação de SUDS na bacia como alternativas complementares, estimar-se-ia, a partir de simulações, uma redução expressiva dos pontos de alagamento.

O PAC-UAP para a urbanização da Região do Bodocongó e, mais especificamente, para o caso estudado das intervenções na bacia da Ramadinha, foi uma oportunidade para resolver vários problemas quanto a deficit de infraestrutura urbana e condições adequadas nos âmbitos urbanístico e ambiental. Porém, mesmo que as intervenções tenham melhorado as condições de infraestrutura da área de intervenção, de uma maneira geral, a opção pela abordagem racionalista com intervenções básicas convencionais produziu situações inadequadas ou que tendem à inadequação em várias parcelas dessa área, considerando as diversas dimensões, em especial para a drenagem urbana.

Há muito conhecimento técnico acumulado e disponível nos campos disciplinares da urbanização de assentamentos precários, da gestão integrada das

águas urbanas e da drenagem urbana sustentável. E não houve insuficiência de recursos para a urbanização estudada. A questão, então, diz respeito às capacidades institucionais municipais e às opções governamentais e das empresas contratadas para a elaboração de projetos e para a execução de obras. Constatou-se a partir deste estudo que os agentes executores da intervenção buscaram os caminhos ‘mais fáceis’ das intervenções básicas convencionais em detrimento da sustentabilidade de uma abordagem integrada, considerando a articulação de intervenções nos campos urbanístico, infraestrutural, ambiental e social.

As avaliações de processos de urbanização de assentamentos precários sob a perspectiva da drenagem urbana sustentável são, ainda, cruciais para recomendar medidas estruturais e não estruturais complementares às inadequações identificadas. E, fundamentalmente, para contribuir com a adoção futura de abordagens integradas que priorizem os campos da drenagem, urbanístico, ambiental e regulatório, promovendo intervenções multidimensionais e sustentáveis nesses assentamentos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. **NBR 9050**: Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos. Rio de Janeiro, 2020.

ALENCAR, A. K. B. **Urbanismo sensível à água**: O paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos. Tese (Doutorado em Desenvolvimento Urbano) - Departamento de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 2016

ANDERIES, J. M.; BARRETEAU, O.; BRADY, U. Refining the Robustness of Social-Ecological Systems Framework for comparative analysis of coastal system adaptation to global change. **Regional Environmental Change**, v. 19, n. 7, p. 1891-1908, 2019.

ARAGÃO, R.; FIGUEIREDO, E. E.; SRINIVASAN, V. S.; GOIS, R. S. S. Chuvas intensas no Estado da Paraíba. In: **V Simpósio de Recursos Hídricos do Nordeste**, 2000, Natal. Anais. Natal: ABRH, 2000. p.74-85.

BALBIM, R.; KRAUSE, C.; BECKER, M. F.; LIMA NETO, V. C.; CASSIOLATO, M. M.; ANDRADE, C. C. **Metodologia de Avaliação de Resultados**: O Caso das Intervenções do PAC Urbanização de Favelas. Brasília: Ipea, 2013. (Texto para Discussão, n. 1.903).

BUENO, L. M. M. Projeto e favela: metodologia para projetos de urbanização. Pós. **Revista do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo da FAUUSP**, [S. l.], n. 9, p. 68-86, 2000.

CAMPINA GRANDE. Leis, decretos, etc. Lei Complementar nº 003, de 09 de outubro de 2006. Promove a revisão do Plano Diretor do Município de Campina Grande. Campina Grande, 2006.

CAMPINA GRANDE. Leis, decretos, etc. **Lei Complementar nº 004, de 08 de abril de 2015**. Institui o plano diretor de mobilidade urbana do município de Campina Grande – PB, estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica e dá outras providências. Campina Grande, 2015.

CAMPINA GRANDE. Leis, decretos, etc. **Lei nº 4.806 de 23 de setembro de 2009**. Regulamenta as zonas especiais de interesse social de Campina Grande e dá outras providências. Campina Grande, 2009.

CAMPINA GRANDE. Leis, decretos, etc. **Lei nº 5410/13**. Código de obras – Dispõe sobre o disciplinamento geral e específico dos projetos e execuções de obras e instalações de natureza técnica, estrutural e funcional do município de Campina Grande, alterando a Lei de nº 4130/03, e dá outras providências. Campina Grande, 2013.

CARDOSO, A. L.; DENALDI, R. **Urbanização de favelas no Brasil**. Um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.

CEMADEN. **Brazilian natural disasters monitoring network**. CEMADEN/MCTIC. 2020. Disponível em: <http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.

DAEE/CETESB. **Drenagem Urbana**. 2 ed., São Paulo: DAEE/CETESB, 486 p., 1980.

DENALDI, R. Assentamentos precários do tipo favela e loteamento: identificação, dimensionamento e tipologias de intervenção. In: DENALDI, R. (Org). **Planejamento Habitacional**: Notas sobre precariedade e terra nos planos locais de habitação. São Paulo: Annablume, 2013, p. 96-126.

DENALDI, R.; FERRARA, L. N. A dimensão ambiental da urbanização em favelas. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, 2018.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Súmula da 10. Reunião Técnica de Levantamento de Solos**. Rio de Janeiro: EMBRAPA, 1979, 83p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: EMBRAPA, 2a ed., 2006.

FERRARA, L. N. **Urbanização da natureza**: da autoprovisão de infraestruturas aos projetos de recuperação ambiental nos mananciais do sul da metrópole paulistana. Tese (Doutorado em Tecnologia da Arquitetura) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013.

FLETCHER, T. D. et al. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, 525–542, 2015.

GOOGLE EARTH pro. 2020. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acesso em novembro de 2020.

GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em novembro de 2020.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/>. Acesso em: 25 nov. 2019.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/>. Acesso em: 27 ago. 2021.

LIMA, S.; LOPES, W.; FAÇANHA, A. Desafios do planejamento urbano na expansão das cidades: entre planos e realidade. **Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 11, 2019.

LIMA, M.; SOMEKH, N. Análise urbanística e diagnóstico de assentamentos precários: um roteiro metodológico. **Ambiente Construído**, v. 13, n. 1, p. 109-127, 2013.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Guia para o mapeamento e caracterização de assentamentos precários**. Brasília: Ministério das Cidades, 2010. 82 p.

MINISTÉRIO DAS CIDADES / ALIANÇA DE CIDADES. **Ações Integradas de Urbanização de Assentamentos Precários**. Brasília/São Paulo: Ministério das Cidades / Aliança de Cidades, 2009. 348 p.

MORETTI, R.; DENALDI, R. Aplicação de descritores na análise de projetos de qualificação urbanística de favelas. **Oculum Ensaios**, v. 15, n. 3, p. 475-493, 2018.

NOGUEIRA, F. R.; PAIVA, C. F. Uma contribuição ao tratamento de riscos em urbanização de assentamentos precários. **Oculum Ensaios**, v. 15, n. 3 p. 437–54, 2018.

SCS - Soil Conservation Service. Estimation of direct runoff from storm rainfall. In: **National Engineering Handbook**. Section 4 – Hydrology. Chapter 10. Hydraulic Engineer. p. 30, 1964.

SEPLAN – SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO MUNICÍPIO DE CAMPINA GRANDE - PB. **Mapa de Campina Grande**. Disponível em: <http://seplan.pmcg.pb.gov.br/>. Acesso em: 28 novembro de 2020

SILVEIRA, A. L. L. Problems of modern urban drainage in developing countries. **Water Science and Technology**, v. 45, n. 7, p. 31–40, 2002.

SLETTTO, B.; TABORY, S.; STRICKLER, K. Sustainable urban water management and integrated development in informal settlements: The contested politics of co-production in Santo Domingo, Dominican Republic. **Global Environmental Change**, v. 54, p. 195–202, 2019

SOUZA, T. J. **Potencial de aproveitamento de água de chuva no meio urbano**: O caso de Campina Grande – PB. Dissertação (Mestrado em engenharia civil e ambiental) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG, Campina Grande, 2015.

STTP – SUPERINTENDÊNCIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTES PÚBLICOS DE CAMPINA GRANDE. **Linhas de ônibus**. Disponível em: <https://sttp.campinagrande.pb.gov.br/transportes/onibus/linhas-de-onibus/>. Acesso em: outubro de 2020.

SUDERHSA – SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS E SANEAMENTO AMBIENTAL. **Manual de drenagem urbana**: Região Metropolitana de Curitiba- PR. Curitiba: SUDERHSA, 2002.

TRAVASSOS, L.; SCHULTZ, S. Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. **Cadernos Metrôpole**, v. 15, n. 29, p. 289–312, 2013.

# MACRODRENAGEM E ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS

na bacia da Estrada Nova, Belém (PA)

Juliano Pamplona Ximenes Ponte

Nayara Sales Barros

Beatriz Trindade do Nascimento

Ana Luísa de Oliveira Fernandez

Roberta Menezes Rodrigues

Josias da Silva Cruz

Cláudio José Cavalcante Blanco

Camilla Leandra Araújo dos Santos

## Resumo

O texto aborda o caso do projeto de macrodrenagem da microbacia hidrográfica da Estrada Nova, em Belém do Pará. Área de assentamentos precários contíguos e densos para os parâmetros locais, a Estrada Nova possui territórios populares próximos aos bairros centrais da cidade, porém deficientes em infraestrutura urbana e equipamentos públicos. A concepção da macrodrenagem, inicialmente pautada em dispositivos e soluções compreensivas, migra para padrões convencionais, estruturais e conservadores de projeto de infraestrutura sanitária, não observando ainda os parâmetros urbanísticos de morfologia adaptada à compatibilidade e intensidade de uso da terra próprios da agenda da Urbanização de Assentamentos Precários (UAP) no Brasil. A obra, em andamento, demonstra falhas na concepção do sistema de drenagem recém-executado e conflitos por moradia, como previsto desde seu lançamento no ano de 2006.

**Juliano Pamplona Ximenes Ponte** é professor da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA, coordenador do Núcleo Belém, Observatório das Metrôpoles. **Nayara Sales Barros** é bolsista de pesquisa FAPERJ, Observatório das Metrôpoles. **Beatriz Trindade do Nascimento** é bolsista de iniciação científica, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA. Núcleo Belém, Observatório das Metrôpoles. **Ana Luísa de Oliveira Fernandez** é bolsista de iniciação científica, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA. Núcleo Belém, Observatório das Metrôpoles. **Roberta Menezes Rodrigues** é professora da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da UFPA. Núcleo Belém, Observatório das Metrôpoles. **Josias da Silva Cruz** é engenheiro ambiental, doutorando no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de Recursos Hídricos, UFPA. **Cláudio José Cavalcante Blanco** é professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, área de Recursos Hídricos, UFPA. **Camilla Leandra Araújo dos Santos** é arquiteta e urbanista, mestranda do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, UFPA. Núcleo Belém, Observatório das Metrôpoles.

## INTRODUÇÃO

O projeto de macrodrenagem e urbanização na bacia hidrográfica da Estrada Nova, em Belém, no estado do Pará, é uma intervenção com propósitos turísticos e de criação de uma frente de expansão imobiliária. Há uma contradição, no caso, no emprego de recursos públicos na provisão de infraestrutura e no redesenho do parcelamento da cidade sem as metodologias e princípios que garantiriam aspectos mais amplos do Direito à Cidade e à moradia digna no local. Neste texto, abordam-se aspectos descritivos e analíticos do projeto, suas características urbanísticas e uma análise crítica de sua opção de projeto de drenagem urbana diante da agenda da urbanização de assentamentos precários no Brasil.

## PERFIL DEMOGRÁFICO E SOCIOECONÔMICO DA BACIA DA ESTRADA NOVA, BELÉM (PA)

A bacia da Estrada Nova é uma das áreas de pobreza urbana da Região Metropolitana de Belém (RMB). Com 936 hectares e população estimada em 227.206 habitantes (IBGE, 2010), possui densidade demográfica bruta de 243 habitantes por hectare. Segundo o Plano Diretor do Sistema de Esgotamento Sanitário da Região Metropolitana de Belém (PDSES, 2009), em 2021 a bacia deve atingir população de 296.493 habitantes, chegando a 317 habitantes por hectare. Trata-se da bacia hidrográfica urbana mais densa da Região Metropolitana de Belém, com setores censitários cujas densidades variam entre 576 a 620 hab/ha (**Mapa 2; Mapa 3**).

A renda média do Censo Demográfico 2010 varia entre nenhum rendimento e R\$ 7.469,08 (**Gráfico 1; Mapa 4**) na bacia da Estrada Nova. A variância é acompanhada de uma média de rendimento de R\$ 1.851,41, porém com desvio-padrão de R\$ 1.802,70, o que indica forte assimetria na distribuição da renda no local. Além disso, como se pode notar pelo **Gráfico 1** (de dispersão a seguir), fica evidente a concentração de pessoas com renda situada até a faixa de R\$ 1.000,00 mensais. Dos 219 setores censitários da bacia, 57% tinham renda de até R\$ 1.100,00; 14% possuíam renda entre R\$ 1.100,00 e R\$ 2.000,00; 11% tinham renda entre R\$ 2.000,00 e 3.500,00; 12% possuíam renda entre R\$ 3.500,00 e R\$ 6.000,00 e 6% tinham renda acima de R\$ 6.000,00 (**Tabela 1**).

**Tabela 1. Distribuição das faixas de rendimento dos setores censitários (SC) de 2010 inseridos no território da bacia da Estrada Nova.**

Faixas de renda (R\$)	Quantidade de SC na faixa de renda	%
Até 1100	124	57%
1100 a 2000	30	14%
2000 a 3500	25	11%
3500 a 6000	27	12%
6000 a 7500	13	6%
<b>TOTAL</b>	<b>219</b>	<b>100%</b>

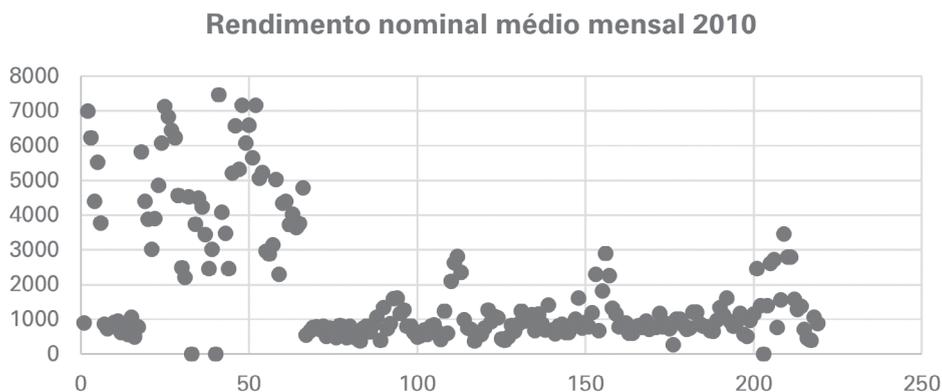
Fonte: IBGE (2010).

A baixa renda é acentuada pelo alto custo de vida local. Enquanto o Brasil apontava 83,06% de domicílios com renda *per capita* até dois salários-mínimos, o município de Belém tinha 84,69% dos domicílios na mesma faixa (IBGE, 2010). Os domicílios com rendimento entre dois e cinco salários-mínimos no Brasil correspondiam a 12,37% do total, enquanto em Belém seriam o equivalente a 10,57% do universo do município (Idem, op. cit.) Embora dados da cesta básica nas capitais brasileiras (DIEESE, 2021) mostram tendência nos anos recentes de moderação no valor em Belém 4% abaixo da média nacional das capitais desde junho de 2020, os rendimentos médios na capital paraense e sua região metropolitana são mais baixos, o que impacta na renda real da população.

A bacia possui 3,88 moradores por domicílio, 3,2% a mais do que a média municipal (IBGE, 2010). O adensamento no domicílio, em situações de baixa renda, tende a agravar o problema. A pobreza urbana, e principalmente metropolitana, é potencializada por fatores como a deficiência de infraestrutura e a densidade, tanto na escala urbana quanto domiciliar (ROCHA, 2021).

A distribuição territorial da população mostra sobreposição de áreas de menor renda, maior densidade demográfica e maior suscetibilidade a inundações (**Mapa 1**). Sobrepondo aglomerados subnormais (IBGE, 2019) e manchas de inundação por classes de suscetibilidade (CPRM, 2015), vê-se que a bacia da Estrada Nova tem 36,8% de sua superfície com alta suscetibilidade a inundações, e 56,7% com alta e média suscetibilidades. A área correspondente às

**Gráfico 1.** Dispersão do rendimento médio nos setores censitários da bacia da Estrada Nova, em Belém (PA).



Fonte: IBGE (2010).

poligonais de aglomerados subnormais da bacia, para o ano de 2019, é equivalente a 78% da área da bacia da Estrada Nova, enquanto a área posicionada em níveis alto e médio de suscetibilidade a inundações corresponderia a 73% da área de aglomerados subnormais (**Tabela 2**).

As densidades demográficas dos setores censitários da bacia da Estrada Nova variaram, em 2010, entre 1,0 e 620 habitantes por hectare (hab/ha; **Mapa 2**; **Mapa 5**). O desvio padrão da densidade demográfica bruta em 2010 aponta 134,7, aproximadamente metade da densidade média da bacia, confirmando a grande variação de densidade entre os agregados de setores censitários, porém, concentrados em um estrato médio, que denota ocupação compacta.

O histograma da distribuição de setores censitários de 2010 por faixa de densidade demográfica bruta da bacia (em habitantes por hectare; **Gráfico 2**) aponta para uma tendência de relativa concentração do número de setores censitários em torno das faixas de densidade entre 150 e 250 hab./ha. A cartografia, por sua vez (**Mapa 2**; **Mapa 4**; **Mapa 5**) indica a sobreposição entre os aglomerados subnormais de 2019 e a maioria dos setores censitários mais densos da bacia, que coincidem com as faixas de menor altimetria de terreno, também sobrepostas às áreas sujeitas a suscetibilidades alta e média a inundações (**Mapa 1**).

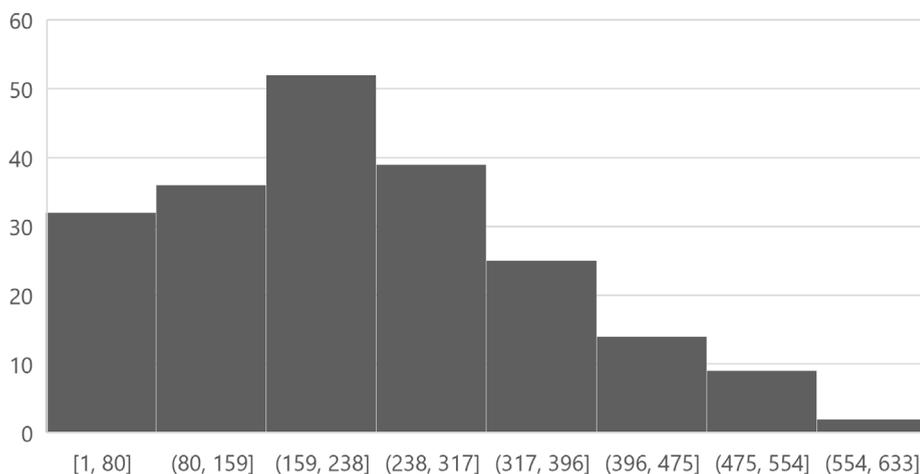
**Tabela 2.** Matriz de comparação entre as áreas da bacia da Estrada Nova, de aglomerados subnormais de 2019 e de suscetibilidade alta e média a inundações.

Categoria	Área em hectares (ha)	Área da bacia da Estrada Nova	Área de aglomerados subnormais 2019	Área de suscetibilidade alta e média a inundações 2015
Área da bacia da Estrada Nova	935,8	100,0%	128,1%	176,4%
Área de aglomerados subnormais 2019	730,8	78,1%	100,0%	137,7%
Área de suscetibilidade alta e média a inundações 2015	530,6	56,7%	72,6%	100,0%

Fonte: IBGE (2019); CPRM (2015); PDSES (2009).

**Gráfico 2.** Histograma de setores censitários da bacia da Estrada Nova por faixa de densidade demográfica bruta; relativa concentração entre 150 e 250 hab./ha.

Bacia da Estrada Nova: histograma de incidência de setores censitários de 2010 por faixa de densidade (hab/ha)



Fonte: IBGE (2010); PDSES (2009).

A associação entre as densidades demográficas relativamente maiores, baixa renda predominante, moradia precária e ocupação informal em terras sujeitas a suscetibilidade ambiental caracteriza o perfil de territórios populares, assentamentos precários no Brasil. Favelas e similares costumam estar localizadas em terras públicas ou em situação de litígio judicial (MARICATO, 2000), com infraestrutura inexistente ou deficiente, e populações de baixa renda, com frequente inserção precária no mercado de trabalho (KOWARICK, 1979). A ideia de suscetibilidade ambiental, ligada a uma concepção probabilística de risco ambiental urbano (como a inundação, movimento periódico de oscilação do nível da água pelas marés) (VEYRET, 2012), é mais contundente para populações pobres, que são expropriadas reiteradamente em seus direitos de acesso à infraestrutura urbana e às possibilidades do solo urbano qualificado (VALENCIO, 2009).

Sobrepondo *aglomerados subnormais*<sup>1</sup> (IBGE, 2010; 2019), houve redução do número de domicílios subnormais no (quase) decênio. Em 2010, seriam 38.729 domicílios em aglomerados subnormais na bacia. Em 2019 (na atualização preliminar dos aglomerados subnormais devido à pandemia de covid-19), seriam 36.661 domicílios. A diferença entre 2010 e 2019 é de 5,6%. A dinâmica atual de crise, previsivelmente, reforça a coabitação familiar involuntária e o adensamento excessivo.

---

1. Segundo o IBGE (2019): “Aglomerado Subnormal é uma forma de ocupação irregular de terrenos de propriedade alheia – públicos ou privados – para fins de habitação em áreas urbanas e, em geral, caracterizados por um padrão urbanístico irregular, carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação”.



**Mapa 1. Bacia da Estrada Nova: mancha de inundação por suscetibilidade, domicílios em aglomerados subnormais de 2019 e faces de logradouros (2020).**

**Fonte:** IBGE (2010; 2019; 2020); CPRM (2015); PDSES (2009).



**Mapa 2. Bacia da Estrada Nova: sistema viário; densidade (hab/ha) por setores censitários e canais de drenagem.**

Fonte: IBGE (2010; 2020); PDSES (2009); LABGEO-UFA (2013).

SIRGAS 2000 ; IBGE, 2010, 2020 ; COSANPA; GPHS-UFA, 2009



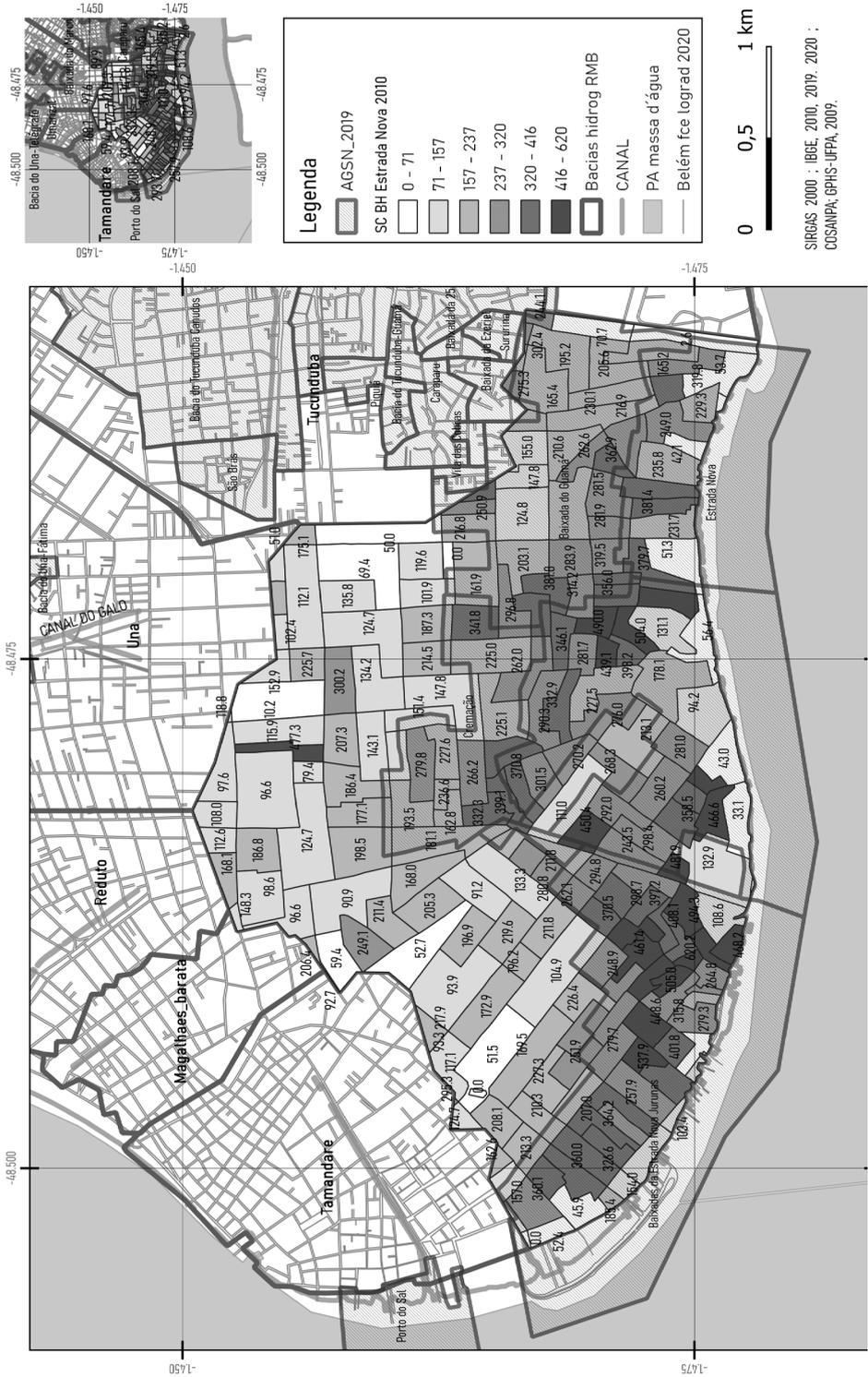
**Mapa 3. Bacia da Estrada Nova: sistema viário; setores censitários, população e canais de drenagem.**

Fonte: IBGE (2010; 2020); PDSES (2009); LABGEO-UFFPA (2013).



**Mapa 4. Bacia da Estrada Nova: sistema viário; rendimento nominal médio, canais de drenagem e hipsometria.**

**Fonte:** IBGE (2010; 2020); PDSES (2009); LABGEO-UFFPA (2013); USGS (2014).



**Mapa 5. Baía da Estrada Nova: densidade demográfica bruta (hab/ha) por setor censitário de 2010; aglomerados subnormais (2019) e base de faces de logradouros (2020).**

Fonte: IBGE (2010; 2019; 2020); PDSES (2009).

## Alguns aspectos morfológicos

Em termos urbanísticos, o projeto apresenta mais contradições. A bacia representa uma das áreas de territórios populares de Belém remanescentes em áreas alagáveis, localmente chamadas de *baixadas*. Em uma bacia hidrográfica urbana como esta, demanda-se aplicação mais contextualizada de planejamento e projeto sanitário, urbanístico e ambiental. Em termos morfométricos (**Tabela 3**), a bacia da Estrada Nova possui índice de compacidade<sup>2</sup> de 1,39, que não é tão elevado.

Considerando a baixa amplitude altimétrica da bacia e a grande variação de nível das marés locais, constata-se certo nível de criticidade, portanto. No sentido Norte-Sul, a amplitude da altimetria vai da cota 42 metros (m) até a cota 2 m. No sentido Leste-Oeste, da cota 26 m até a cota 2 m. Estas medidas resultam em amplitude 40 m no sentido NS e amplitude 24 m no sentido EW. Considerando que a bacia possui 3.069 m de extensão em projeção no sentido Norte-Sul e 5.039 de extensão em projeção no sentido Leste-Oeste, a amplitude altimétrica é atenuada. Uma comprovação disto é a extensão da mancha de inundação mapeada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (CPRM, 2015; **Mapa 1**) para a bacia.

As declividades da bacia estão nas faixas entre o suave ondulado (56,5% da superfície) e o ondulado (32,8%; **Tabela 4**), perfazendo 89% da superfície do terreno (**Mapa 6**). Acrescentando a faixa de terreno de declividade plana (5,5% da superfície da bacia), teríamos 94,8% da área. Note-se que as declividades baixas (plana e suave ondulada) representam mais de 60% das classes de declividade do terreno da bacia da Estrada Nova, indicando evidente tendência de retenção de escoamento superficial, potencializada pelas baixas taxas de permeabilidade média da bacia e das suas sub-bacias.

As áreas *planas* estão situadas nas cotas altimétricas de até 4m, majoritariamente. As áreas de declividade suave ondulada estão posicionadas, principalmente, entre as cotas altimétricas 4m e 12m, representando a classe majoritária na bacia. Já a classe ondulada corresponde a cotas altimétricas

---

2. O índice de compacidade é uma medida de circularidade da bacia hidrográfica e, como variável morfológica, indica um dos fatores de maior propensão à inundação, concentração de escoamento ou fluxos erosivos pelo alongamento da forma (CHRISTOFOLETTI, 1980). Calcula-se pela razão entre os perímetros ou áreas da bacia e de um círculo de respectiva dimensão idêntica, ou seja, a relação entre os perímetros de bacia e círculo de mesma área, ou a razão de áreas de bacia e círculo de mesmo perímetro.

**Tabela 3. Algumas variáveis da bacia da Estrada Nova.**

<b>Bacia da Estrada Nova</b>	<b>Resultado</b>
Ext SV (m)	163.398,00
Ext SV (km)	163,398
Área (ha)	936
Capilaridade (km/ha)	0,175
População (SC 2010)	227.206
Densidade (hab/ha)	243
População (PDSES, 2021)	296.493
Densidade 2021	317
Média de moradores por domicílio 2010	3,88
Desvio padrão da densidade (2010)	134,7
Domicílios em aglomerados subnormais (2010)	38.729
Domicílios em aglomerados subnormais (2019)	36.661
Perímetro (m)	15046,135
Compacidade	1,387
Maior cota NS	42
Maior cota EW	26
Menor cota NS	2
Menor cota EW	2
Extensão NS	3069
Extensão EW	5039
Declividade	0,68%

**Fonte:** PDSES (2009); CPRM (2015); IBGE (2010; 2019); USGS (2014).

**Tabela 4. Síntese das declividades da bacia da Estrada Nova por classe.**

<b>Classe de declividade</b>	<b>Área (ha)</b>	<b>% BH</b>
Plano	51,8120	5,53158%
Suave ondulado	529,1605	56,49448%
Ondulado	307,5336	32,83305%
Forte ondulado	48,1522	5,14085%
Montanhoso	0,0004	0,00004%
<b>TOTAL</b>	<b>936,6588</b>	<b>100,00000%</b>

Fonte: EMBRAPA (1979).

entre 12m e 26m, sobretudo, aproximando-se da crista da bacia; a classe de relevo forte ondulado corresponde em média aos terrenos de cota 26m a 38m, enquanto a área residual de relevo montanhoso atinge a cota máxima 42m da bacia. Embora a amplitude altimétrica seja razoável, as extensões de 3km por 5km da bacia da Estrada Nova diluem a variação de cota, tornando as declividades em geral baixas.

As densidades demográficas da bacia variam e acompanham a capilaridade do sistema viário do parcelamento. O nível de densidade da malha viária e seus acessos garante uma medida de acessibilidade aos espaços urbanos (DUPUY, 1999), mas representa, ao mesmo tempo, cerca de metade do custo de infraestrutura (MASCARÓ, 2003). A melhoria nos acessos e na mobilidade passaria por uma alteração de conteúdo e de forma no desenho da cidade, implicando necessariamente no controle, ou na redução, da capilaridade de sistema viário, favorecendo estratégias coletivas e de maior impacto social para os deslocamentos e os acessos (DUPUY, op. cit.).

Em assentamentos precários, a gramática urbanística envolvida no padrão compreensivo, necessário e inovador, dos projetos urbanísticos resulta em uma operação de controle e de entendimento. O controle seria dado pela manipulação da forma urbana, de seus indicadores e relações com a funcionalidade e o custo de produção do tecido urbanizado. O entendimento, contudo, ainda parece um certo desafio: codificar o parcelamento da favela para dele extrair lógicas, que visivelmente passam pela intensificação de uso da terra, pelo sacrifício das áreas públicas e de passagem em detrimento do lote parcelável e do adensamento populacional – este um indicador claro de “eficiência econômica” da precariedade.

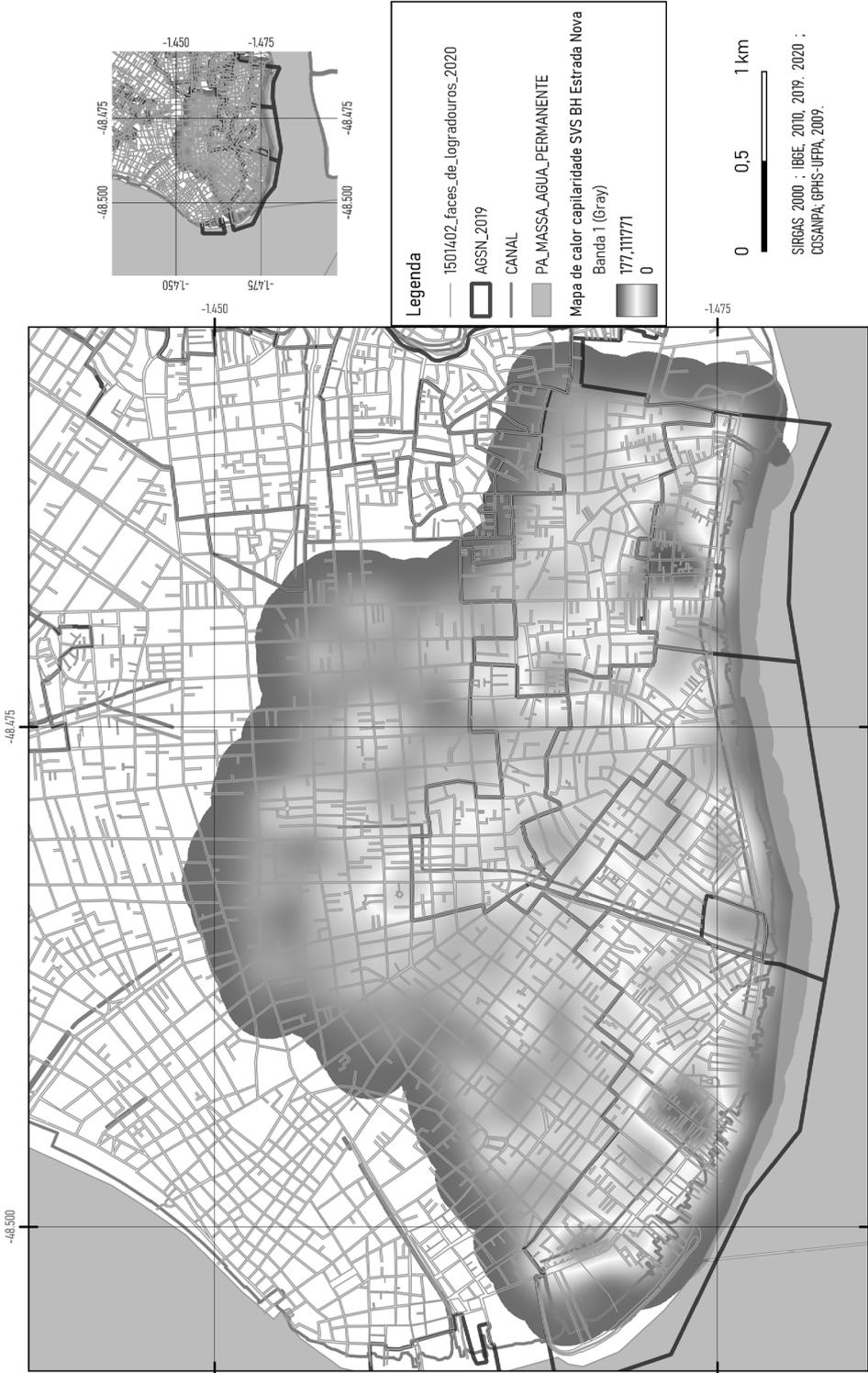


**Mapa 6. Bacia da Estrada Nova: mapa de declividade, hipsometria, sistema viário, canais de drenagem e hidrografia.**

Fonte: IBGE (2020); USGS (2014); LABGEO-UFFPA (2013).

Áreas de maior capilaridade coincidem com localidades de *vilas*, traduzidas não apenas em vias locais secundárias, de penetração em miolos de quadra, mas também em *favelas dentro da favela*. A capilarização dos acessos (que, teoricamente, pode elevar os custos da urbanização) deve ser vista na sua especificidade. Ela é raramente carroçável, permitindo a circulação de pedestres, ciclistas e motociclistas em caixas de vias estreitas frequentemente abaixo de padrões mínimos previstos na legislação para a “cidade formal”. São, portanto, estratégias de intensificação de uso da terra. Em áreas de maior capilaridade do parcelamento, ocorre, em paralelo, maior taxa de ocupação de quadra, denotando intensidade de uso da terra, nestes exemplos, superior a 50%.

A especificidade da forma de ocupação dos assentamentos precários (**Mapa 8**) é um dos fatores que condicionam a necessidade de um programa, uma metodologia e uma abordagem específica para a urbanização de favelas em países desiguais como o Brasil. A inequívoca relação entre intensidade de uso da terra, morfologia compacta de ocupação e estratégias de reprodução social pode ser identificada, de modo variado e diverso, na territorialização da moradia precária no país. Isto ocorre, por exemplo, na transposição da forma de parcelamento orgânico, no acesso palafítico sobre as áreas alagáveis em passarelas elevadas (localmente chamadas de *estivas*) e pontes, na produção de mais de um domicílio por lote, na ausência de limites físicos claramente definidos em todas as faces de lotes, na eventual fluidez de limites entre perímetro de quadra e acesso viário (frequentemente não carroçável, de caixa estreita).



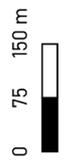
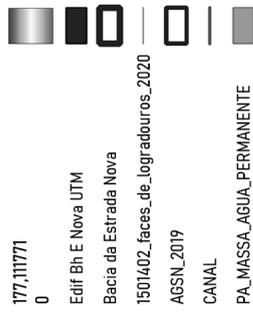
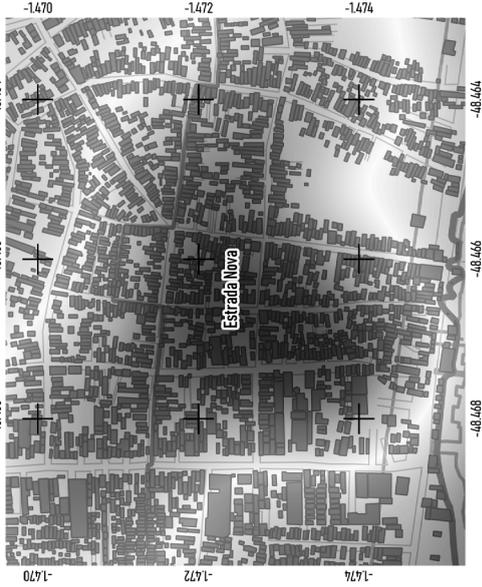
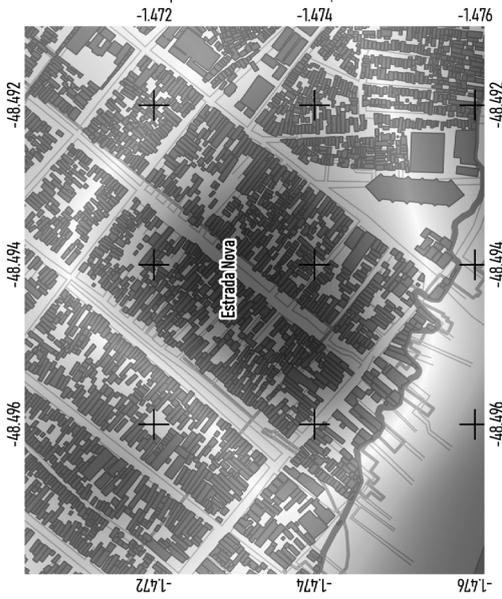
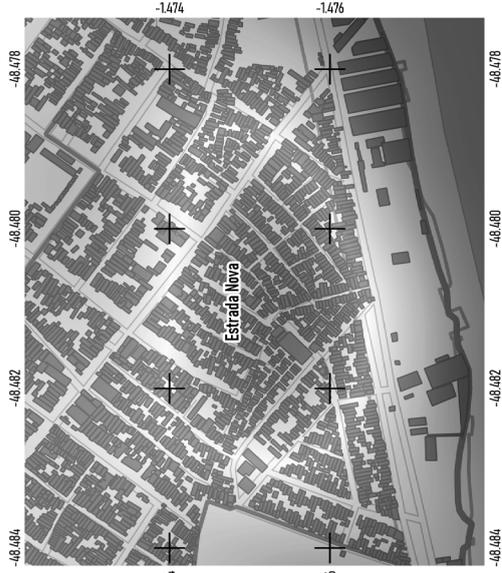
**Mapa 7. Bacia da Estrada Nova: mapa de calor por capacidade de sistema viário; poligonais de aglomerados subnormais de 2019.**

**Fonte:** PDSES (2009); IBGE (2010; 2019; 2020); USGS (2014).

SIRCIAS 2000 ; IBGE, 2010, 2019, 2020 ;  
COSANPA; GPHS-UFFA, 2009.

**Mapa 8. Mapas de calor de capilaridade de sistema viário e projeção de edificações em áreas adensadas da bacia da Estrada Nova: o assentamento precário denota maior intensidade de uso da terra e demanda soluções específicas de infraestrutura e urbanização.**

Fonte: IBGE (2019; 2020); LABGEO-UFPA (2013); COHAB-PA (2013).



## A CONCEPÇÃO DO PROJETO DE MACRODRENAGEM DA BACIA DA ESTRADA NOVA

O projeto de macrodrenagem e de implantação de uma avenida à beira-rio em Belém, na bacia da Estrada Nova, data de maio de 2006, período de lançamento de seu primeiro edital de licitação de projeto executivo e execução de obra civil. À época, o projeto de intervenção era chamado de *Portal da Amazônia*, associando macrodrenagem e demais infraestruturas sanitárias e viárias à “orla”, calçada com avenida em faixa dupla, canteiro central e uma espécie simplificada de parque linear nas margens do Rio Guamá.

Desde o início do processo, o Portal da Amazônia (posteriormente, o programa de saneamento da bacia da Estrada Nova, outro projeto de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova, PROMABEN) foi, em síntese, uma *obra sem projeto*. Essa iniciativa também se ampara na defesa por elites locais de uma frente de expansão imobiliária mediante a expulsão de moradores pobres pelo mercado. Portanto, é como se esse projeto precisasse ser executado a partir de um senso comum da “necessidade” de Belém possuir uma “orla fluvial urbanizada”, ainda que pelo princípio amorfo de uma intervenção sem transparência de seus propósitos, concepções e, até mesmo, de um custo preciso de execução. O Portal da Amazônia/PROMABEN, contudo, faz parte de uma série de intervenções urbanísticas na orla fluvial do município, em seu território continental central e seus domicílios, em um processo iniciado pelo menos na década de 1990.

Há décadas, a cidade implanta projetos de macrodrenagem em bacias hidrográficas urbanas para trabalhar os recorrentes problemas de drenagem e de ocupação precária do município. A intervenção PROMABEN/Portal da Amazônia, projeto de macrodrenagem e urbanização da bacia da Estrada Nova, pode ser vista como um dos sucessivos projetos sanitários, de macrodrenagem, no município. Belém, com sítio físico plano e alagável, tem no setor público local de Engenharia uma agenda de décadas de obras, elencadas em prioridades sucessivas, para o saneamento do território municipal. Inicialmente tratava-se de bacias hidrográficas mais centrais e, em seguida, migra-se para a periferia próxima (Bacia do Una nos anos 1980, Bacia da Estrada Nova a partir dos anos 2000) e depois a distante (Bacia do Mata-Fome e do Rio Paracuri, objeto de diferentes propostas inconclusas de intervenção).

A bacia da Estrada Nova pode, portanto, ser considerada uma área da cidade com prioridade de intervenção de saneamento na atualidade. Ao mesmo tempo, por sua localização central, seria uma área de orla com potencial atrativo, além de usos diversos e estratégicos, como visível frente de expansão do mercado imobiliário local (PONTE; RODRIGUES; LEÃO et al., 2016).

Em 2006, foi lançado em edital público de licitação de obra civil o “Programa Portal da Amazônia: urbanização da bacia da Estrada Nova e Orla do Rio Guamá”. Essa proposta foi inserida no Plano Plurianual (PPA) 2006-2009 da Prefeitura Municipal de Belém. Incluía como ações a elaboração do Projeto de Urbanização e Saneamento da bacia da Estrada Nova, a construção de Muro de Arrimo e a execução dos projetos especiais da orla de Belém, indicando a provável inclusão da orla da bacia da Estrada Nova (BELÉM, 2006a; PPA 2006-2009).

Deve ser ressaltado um campo semântico local referente a esse tema: na cidade, o termo *orla*, há muito empregado pela imprensa e por segmentos empresariais e determinados grupos políticos, equivale a uma espécie de padrão de intervenção urbanística identificado por um processo de modernização espacial, que inclui remoção de favelas e implantação de algum equipamento turístico sob o argumento da dinamização da economia local.

Apresentado pelo então Secretário de Urbanismo e de Saneamento do Município de Belém, o Programa Portal da Amazônia foi essencialmente dividido em duas frentes: a macrodrenagem da bacia e a inserção de uma área de urbanização de *orla*. A macrodrenagem incluía obras de saneamento básico, urbanização e a conseqüente eliminação das enchentes na área. Quanto à urbanização das margens fluviais, na *orla*, eram previstas intervenções que pretendiam dotar a cidade de uma área urbanizada visando a melhorias sociais e ambientais da bacia, como um *waterfront*, além de implantar Portos com Gestão Pública e três Terminais Aquaviários de cargas e passageiros (BELÉM, 2006b).

Nas intervenções para a área de orla, o programa previa investimento de R\$ 125 milhões para a construção de uma primeira etapa: plataforma de 69 metros de largura com duas vias para veículos, áreas de passeio, estacionamentos, canteiro central, ciclovias e áreas de lazer com quadras e equipamentos de ginástica, restaurantes e quiosques. A segunda etapa das intervenções previa a abertura da via lindeira ao rio Guamá até a Universidade Federal do Pará,



**Figura 1.** Bacia da Estrada Nova: esquema divulgado com as propostas de intervenção para as obras de macrodrenagem, prevendo bacias de retenção e estações de tratamento de esgoto, não executadas.

Fonte: Belém (2006b).

onde seriam implantados os portos e terminais (DOCUMENTO OFICIAL DE DESCRIÇÃO DO PROGRAMA; BELÉM, 2006). O orçamento do edital pioneiro de licitação, de R\$ 125 milhões oriundos de financiamento do BID (Banco Interamericano de Desenvolvimento), era visivelmente desacreditado já na época de seu lançamento, dada a óbvia extensão da obra e seus custos previsivelmente altos. Anos depois, os custos seriam atualizados para quatro vezes mais e com a entrada de outros agentes financiadores.

A macrodrenagem previa solucionar a inundação das baixadas; recuperar e revitalizar ambientalmente os canais; melhoria do sistema de acumulação e comportas; reurbanização da Avenida Bernardo Sayão; infraestrutura urbana para a população local; Educação Sanitária e Ambiental; acessos viários para pedestres e veículos, em trechos localizados ao longo dos canais e da orla do rio Guamá (BELÉM, 2006b).

O programa Portal da Amazônia foi integrado a ações do Governo Federal para áreas costeiras, incluídas em um projeto de compatibilização das políticas ambiental e patrimonial no trato dos espaços litorâneos sob propriedade ou guarda da União. O chamado “Projeto Orla: fundamentos para uma gestão integrada” foi lançado em 2002 pelo Ministério do Meio Ambiente e

Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão para introduzir planejamento da ação local e repasse das atribuições da gestão dos espaços de orla marítima e zona costeira, que eram alocadas no governo federal para a esfera do município (MMA; MPOG, 2002).

Com a inclusão do programa Portal da Amazônia no Projeto Orla, foi estabelecida a possível colaboração entre a Prefeitura Municipal de Belém e a Gerência Regional do Patrimônio da União (GRPU). Neste caso, visava-se à *desocupação* das áreas de orla da bacia sob domínio da União (MACRODRENAGEM SE ARRASTA..., 2006), processo obviamente conflituoso e polêmico.

Para a execução da primeira etapa de intervenção na orla fluvial da Estrada Nova<sup>3</sup>, que incluía 2,3 quilômetros (km) de margens do Rio Guamá, foi iniciada a remoção gradual da população que ocupava as terras em palafitas. O então titular da GPRU em 2006, Neuton Miranda, informou que seria realizada uma desobstrução de diversas vias na área da orla de Belém, incluindo vias na bacia da Estrada Nova. De acordo com Miranda, as ações de remoção seriam estudadas caso a caso, mas nas áreas de orla ocupadas por aglomerações residenciais, seriam apresentadas propostas de realocação.

No caso de empresas, foram dados 30 dias para desobstruir as vias a partir da notificação. Já para os estabelecimentos comerciais, seria feito um levantamento sobre a necessidade de conceder indenização em função de possíveis edificações (MACRODRENAGEM SE ARRASTA..., 2006). Era frequente o emprego da indenização subdimensionada com base na benfeitoria sobre a terra, exigindo a saída do imóvel em duas semanas. Processo este anacrônico, defasado e desvinculado do ideário e da experiência brasileira de política habitacional e do direito à moradia. Como de praxe, a população, tempos depois, retornava à bacia da Estrada Nova para retomar a moradia precariamente.

Na primeira etapa do projeto, a Prefeitura determinou a remoção temporária de 115 famílias para área externa à bacia, onde aguardavam a conclusão das obras de um Conjunto Habitacional em terreno próximo à área de remanejamento, nunca plenamente executado. No ano de 2006, quando das primeiras

---

3. “Estrada Nova” foi o apelido dado nos anos 1940 quando a atual Avenida Bernardo Sayão foi construída com dique de contenção de cheias e como medida de combate a doenças, a exemplo da malária. Na bacia, não há, contudo, um curso d’água denominado Estrada Nova, apenas o canal de contenção da própria avenida, hoje majoritariamente tamponado com aduelas pré-fabricadas em concreto armado.



**Figura 2.** Proposta de intervenção viária na área de orla a ser aterrada com fins de incluir áreas de lazer e turismo definida como primeira etapa das obras nas áreas de orla da bacia.

Fonte: Belém (2006a).

audiências públicas, a previsão de remoção era subdimensionada, bem como as propostas de reassentamento (LEÃO, 2013). Falava-se de quatro a oito centenas de domicílios a serem removidos, para uma área de intervenção direta e indireta de mais de 930 hectares, com densidade demográfica bruta na faixa de 200 habitantes por hectare, o que punha em questão as previsões da Administração Municipal.

O remanejamento foi previsto em quatro etapas durante 2007. O conjunto habitacional a ser construído teria 360 unidades habitacionais em 24 blocos. Essas unidades habitacionais foram quantificadas, já contabilizando as unidades de 7 blocos de apartamento existentes no conjunto habitacional Residencial Aloysio Chaves, destinado a funcionários públicos e já ocupados. Em síntese, as propostas iniciais não demonstravam correspondência com o andamento da obra e do projeto, produzidos através de levantamento cadastral de moradores que seriam reassentados (LEÃO, 2013). O aluguel social foi



**Figura 3. Proposta de intervenção viária na área de orla fluvial visando à integração espacial, definida como segunda etapa das obras da Estrada Nova**

Fonte: Belém (2006a).

implantado desde então e perdura em função da falta de encaminhamento adequado para as numerosas famílias atingidas desde 2007.

O terreno, disse ele (*nota dos autores: morador em situação de remoção*), ao exibir os documentos, foi repassado pela União à Prefeitura, que lhe deu 15 dias para que se manifestasse sobre o pedido de retirada, pois o projeto passaria pela área onde está construída sua casa. O morador relatou que em quatro dias o batalhão de choque chegou e fez o despejo “na marra, do casal e dos filhos” (BELÉM, 2007).

Esta foi uma das audiências públicas em que se registrou conflito com arma de fogo, dada a indignação da população com os efeitos do projeto, até então por ela desconhecidos.

Iniciou-se, então, a série de remoções anteriores à conclusão do licenciamento ambiental do projeto, em setembro de 2007, porém, com paralisações posteriores movidas pelo Ministério Público do estado do Pará sob alegação de irregularidade. Nas intervenções previstas para a bacia, 2.129 unidades, entre residenciais e comerciais, seriam removidas. Dois anos depois, em junho de 2009, o Plano Diretor de Relocalização de População e Atividades Econômicas (PDR) pontuou que as relocalizações seriam consideradas para os casos situados nas calhas e em até 15m das margens dos canais transversais ao canal da Avenida Bernardo Sayão. Isto apontou clara “redução de metas” de remanejamento e relocalização. As relocalizações seriam feitas na calha e em faixa de domínio de 15m de sua margem esquerda, prevendo então que 1.335 imóveis no total da bacia seriam incluídos (BELÉM, 2009). Apesar de, à época, não estar vigente o atual Código Florestal Brasileiro (de 2012), o Plano Diretor do Município de Belém (de 2008) vigia e determinava faixa de domínio mínima de 30m para cursos d’água urbanos no município.

A redução do número de imóveis realocizados decorreu de alteração em soluções de drenagem e projeto urbano. As soluções estabeleciam aumento do leito dos canais de drenagem, com exceção do Canal da Rua dos Caripunas, a ser tamponado e drenado com a construção de uma bacia de acumulação; faixas de domínio de 9,2m a 11,8m de largura, e a adoção de seções trapezoidais para os demais canais transversais ao canal da Avenida Bernardo Sayão (nas margens do Rio Guamá, portanto, no exutório da bacia). Para esse canal, seria mantida a seção retangular, mas adotadas soluções diferentes: uma para o primeiro trecho, onde o leito estaria ao centro da Av. Bernardo Sayão, e outra para o segundo e maior trecho, onde o leito do Canal acompanharia uma das extremidades da caixa de via.

No projeto técnico, constavam soluções aprovadas nos Estudos de Impacto Ambiental (EIA) e Relatórios de Impacto Ambiental (RIMA), mas a execução de obra civil apontou alterações de concepções divergentes. Leão (2013) pontua a remoção da população como fator para mudança de projeto, uma orientação da política operativa OP 710 adotada pelo BID, órgão financiador de parte das intervenções realizadas na bacia, recomendando evitar o reassentamento.

Remoções eram separadas nos Planos Específicos de Reassentamento (PER): área lindeira ao novo Parque Linear na Orla, denominado Portal da Amazônia; e mais quatro grandes áreas, definidas como sub-bacias de drenagem. Foram divulgados somente os Planos de Reassentamento da área do Portal da Amazônia (2009) e das sub-bacias 1 (2011) e 2 (2012), restando lacunas de informação pública e transparência sobre a bacia da Estrada Nova como conjunto em sua totalidade. Esses planos contabilizaram a remoção de 818 imóveis, sendo que o PER da Sub-bacia 2 não apresenta a quantificação de imóveis atingidos. As soluções apresentadas para esses reassentamentos foram as mais variadas, desde a indenização e o auxílio-moradia, até a realociação para conjuntos concluídos.

A definição das sub-bacias da bacia hidrográfica da Estrada Nova já era apresentada nas divulgações das propostas iniciais de intervenção de macrodrenagem em 2006. Essa divisão em quatro sub-bacias foi definida ainda com poucos estudos técnicos mais precisos ou aprofundados sobre os impactos e dinâmica de drenagem existente na bacia como um todo, que poderiam verdadeiramente apontar justificativas mais fundamentadas para a definição desta delimitação apresentada.

Em entrevista concedida no âmbito desta pesquisa, um dos gestores da época de implantação inicial do projeto argumenta em favor da coerência da delimitação das quatro sub-bacias da bacia da Estrada Nova. O técnico afirmava que o setor de saneamento da Prefeitura Municipal de Belém trabalhava com um horizonte de tempo futuro de anos ou décadas, com uma sequência de prioridades por bacia e com estudos técnicos prévios. A delimitação, contudo, não tem tanta aderência entre os aspectos fisiográficos, como a rede de drenagem natural, e o relevo da bacia. Uma técnica dirigente do projeto, em declaração a esta pesquisa, afirmou que a definição das sub-bacias da Estrada Nova era antiga, mas que foi adaptada aos orçamentos respectivos dos agentes financiadores, resultando em áreas, limites e níveis de complexidade compatíveis com as diferentes fontes de recurso.

A primeira etapa do projeto foi iniciada com recursos próprios municipais e do Ministério do Turismo. Correspondia às intervenções da parte viária e do parque linear que viriam a incluir áreas de lazer e quiosques, em trecho inicial de 850m de extensão. O primeiro financiamento do projeto foi feito mediante contratação de empréstimo junto ao BID. As intervenções para a

parte continental adjacente a essa primeira etapa de execução das obras na orla do Portal da Amazônia foram financiadas por recursos do PAC Habitação a partir de duas seleções, uma em junho de 2007 e outra em dezembro de 2007, que somaram quase R\$ 93 milhões. Essas duas fases de intervenções foram gerenciadas pela Secretaria Municipal de Urbanismo (LEÃO, 2013). A inclusão de parte da obra no PAC permitiu sua viabilização, ameaçada por glosas feitas pelo BID à aplicação dos recursos no projeto.

No balanço do PAC, no estado do Pará, os projetos inseridos na bacia da Estrada Nova da modalidade PAC-Habitação envolveram obras de urbanização das áreas ocupadas próximas ao parque Linear da orla. Essas áreas foram tratadas por parte do Projeto Portal da Amazônia, nome inicial dado ao calçadão turístico que se tornou denominação da macrodrenagem. Além da urbanização, previa-se áreas de lazer e atividades diversas, integração de estruturas existentes, equipamentos públicos, paisagismo, etc. (BELÉM, 2007).

O restante da área da orla da bacia que se prolonga pela Avenida Bernardo Sayão prevê duplicação e requalificação viária e de urbanização. As obras nesta avenida foram divididas a partir das sub-bacias de drenagem ainda em 2006. As intervenções na Avenida Bernardo Sayão não foram realizadas continuamente. Para a Sub-Bacia 1, foram previstas obras de urbanização e saneamento para revitalização das áreas lindeiras aos canais existentes, a ampliação das redes de água e esgoto, com tratamento, e a redução dos problemas de alagamento com estratégias de drenagem e de retenção de águas. Cabe ressaltar ainda que as intervenções propostas para esta Sub-Bacia foram, até o momento, principalmente financiadas pelo BID.

Intervenções propostas para a Sub-Bacia 2 vêm sendo principalmente financiadas pelo PAC, mesclando verbas tanto da modalidade habitação quanto da modalidade saneamento. Enquanto obras voltadas à urbanização e regularização fundiária foram em parte financiadas pelo PAC-Habitação com obras relacionadas a ações de saneamento e macrodrenagem, estas pela modalidade PAC-Saneamento. Apesar do predomínio do financiamento do PAC na sub-bacia 2, após regularização de medição, execução de pagamentos e contrato, o BID volta a financiar intervenções na área.

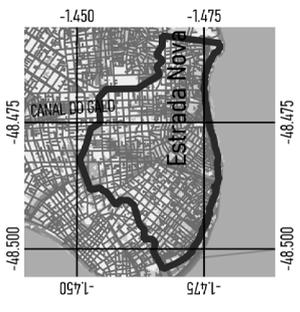
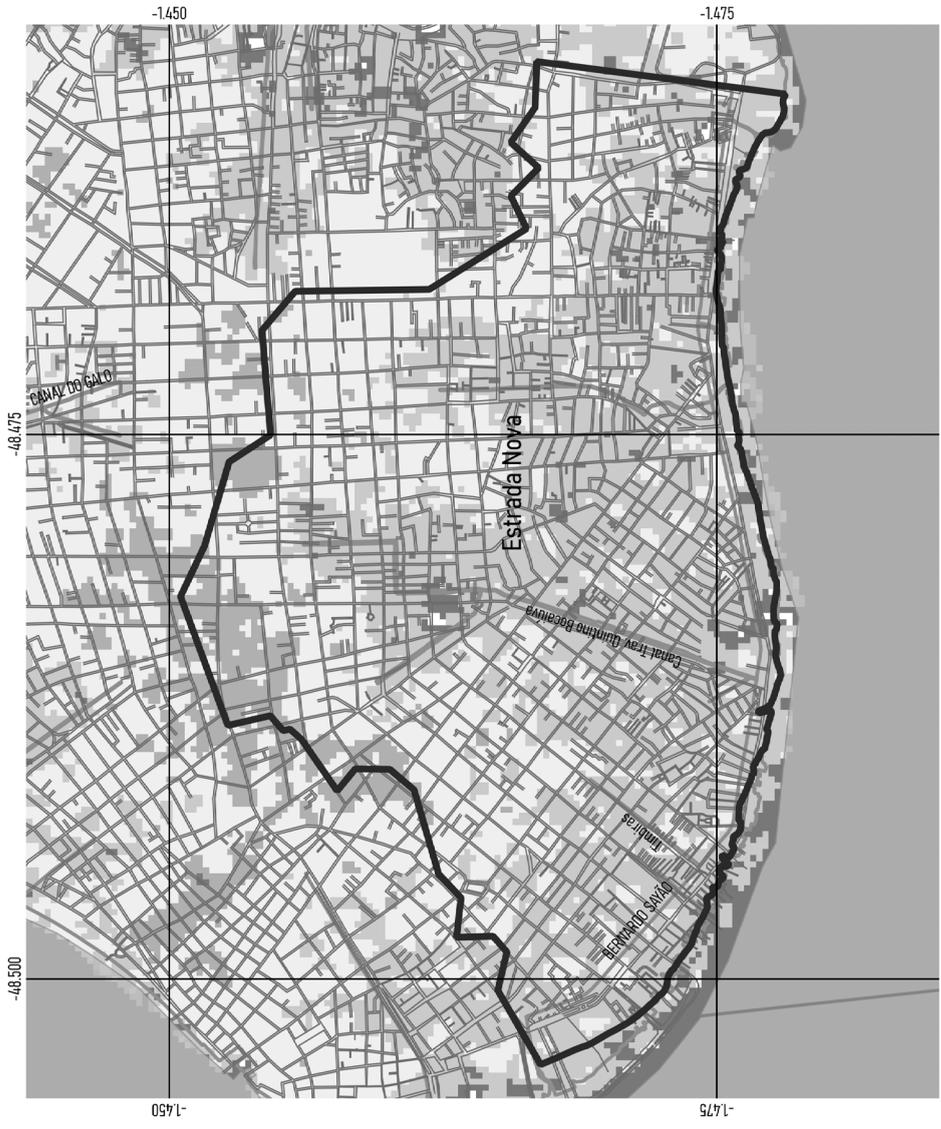
Quanto às sub-bacias 3 e 4, seu financiamento foi feito essencialmente pela modalidade PAC-Saneamento. As primeiras intervenções nestas sub-bacias foram em infraestrutura urbana, em obras de esgotamento sanitário, drenagem

urbana e de melhorias da acessibilidade viária da Avenida Bernardo Sayão, via de 6,25km no extremo sul da bacia, percorrendo seu exutório.

Intervenções viárias foram projetadas paralelamente à concepção de drenagem urbana. A concepção do sistema e das soluções de drenagem mudou na execução da obra civil. Assim, o projeto de sistema viário da bacia foi adaptado de acordo com as propostas reconfiguradas das soluções (em parte fragmentadas) de drenagem urbana. Com a revitalização viária da Avenida Bernardo Sayão era buscada a recuperação ambiental da orla e a instalação de comportas nos lançamentos dos canais de drenagem da bacia para controle das cheias do rio Guamá (BELÉM, 2006a). A concepção de canais de acumulação é histórica e recorrente em Belém.

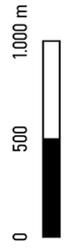
Esses direcionamentos envolviam tanto soluções de drenagem quanto de infraestrutura e urbanização para a bacia para sanar constantes alagamentos e prover saneamento da área. Considerando as características fisiográficas e de ocupação da bacia, bem como a forma de atuação do programa, com avanço errático e sem concepção integrada e modernizada, coloca-se em questão a eficácia da intervenção.

Os dados sobre as condições fisiográficas e de morfologia urbana das ocupações da bacia da Estrada Nova podem ilustrar. O mapa de declividade da bacia indica, por exemplo, a baixa capacidade de escoamento superficial, pela predominância de terrenos planos e suave ondulados, potencializando áreas com retenção. A condição de baixa declividade contribui para o alto risco de alagamento, cobrindo a bacia em diversas classes, de médio, alto e baixo risco de inundação, conforme classificação usada pela Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais (**Mapa 9; Mapa 10**) (CPRM, 2015).



**Legenda**

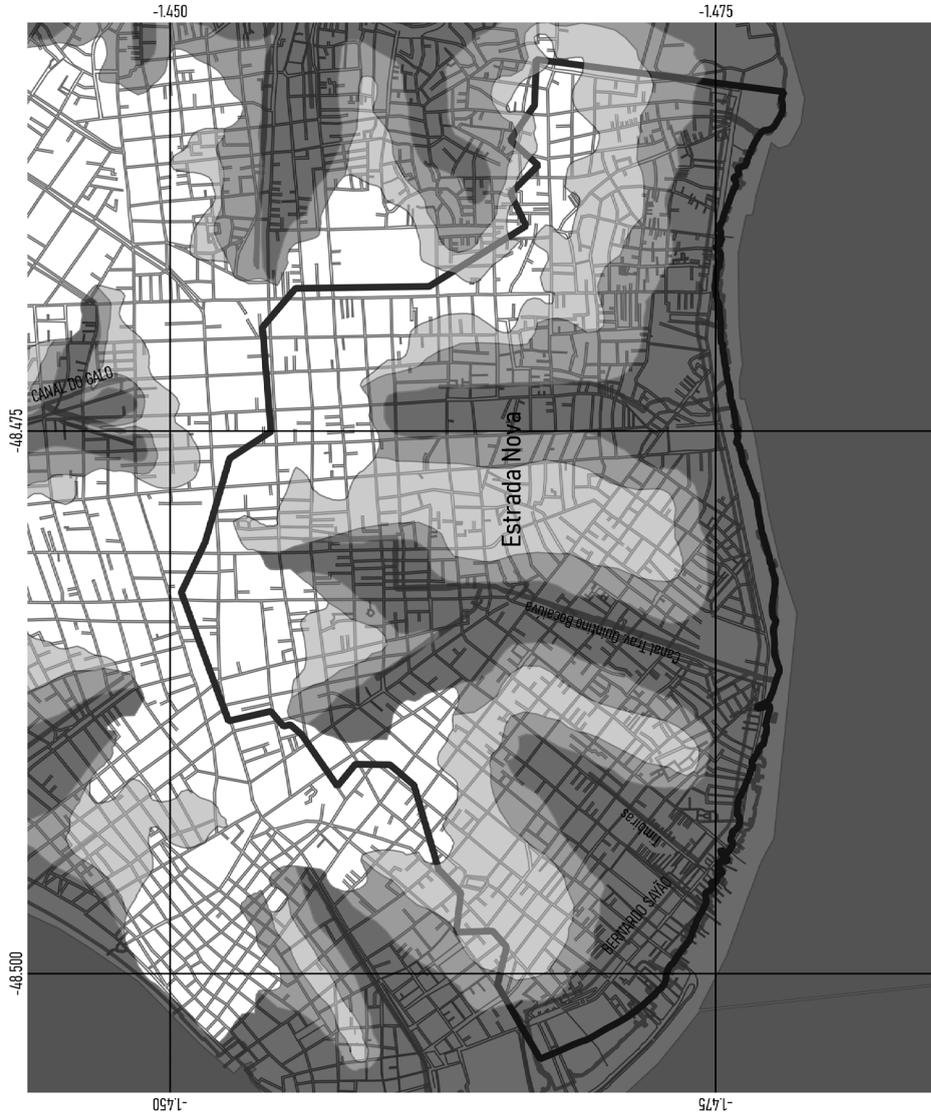
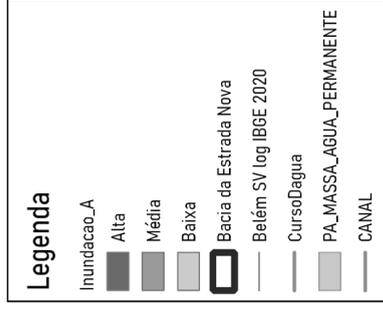
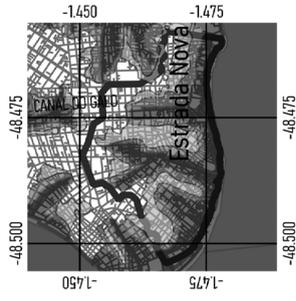
- Bacia da Estrada Nova
- Belém SV log IBGE 2020
- CursoDagua
- PA\_MASSA\_AGUA\_PERMANENTE
- BH E Nova reclass
  - Banda 1 (Palette)
  - Plano 0 a 3%
  - Suave Ondulado 3 a 8%
  - Ondulado 8 a 20%
  - Forte Ondulado 20 a 45%
  - Montanhoso 45 a 75%
  - Escarpado > 75%
- CANAL



**Mapa 9. Bacia da Estrada Nova: declividade, canais e sistema viário.**

Fonte: IBGE (2010); CPRM (2015); IDESP-PA (2013).

USGS (2014); IBGE (2020); LABGED-UFFPA (2013); PDSES (2009)



**Mapa 10. Bacia da Estrada Nova: mancha de alagamento com níveis de incidência e sistema viário.**

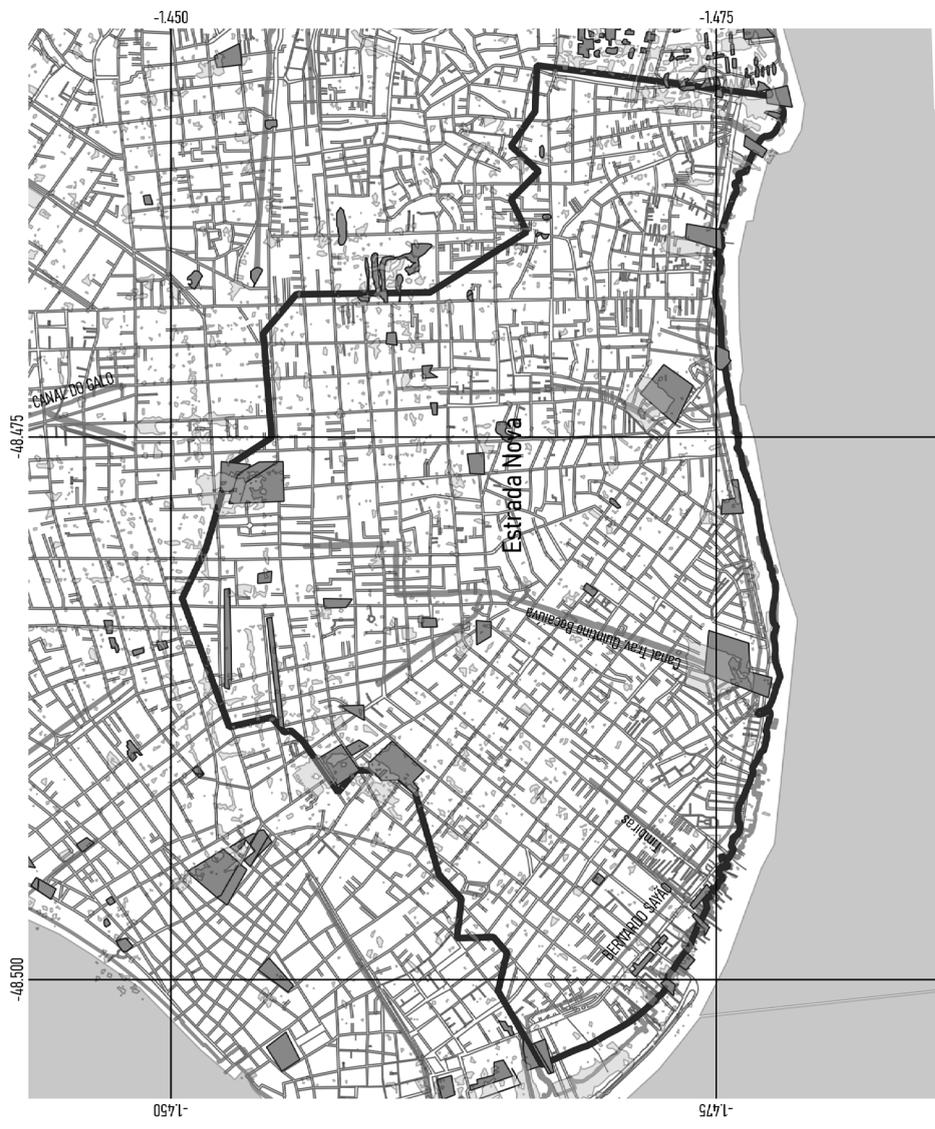
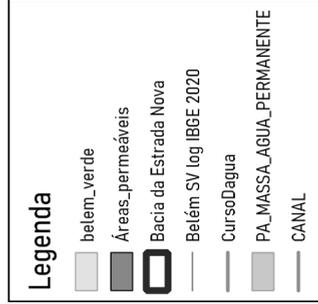
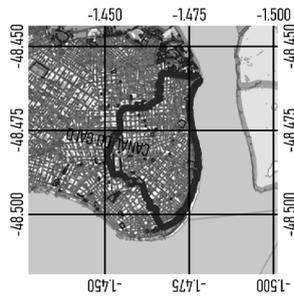
Fonte: IBGE (2010); CPRM (2015); IDESP-PA (2013).

USGS (2014); IBGE (2020); LABGEO-UFFA (2013); PDSES (2009); CPRM (2015)

Áreas de alto risco de alagamento têm condições morfológicas de ocupação com alta densidade construtiva, edificações ocupando o leito dos seus canais, malha viária predominantemente orgânica produzida pela gradual produção de espaços urbanos. O processo construtivo nestas áreas de várzea também provocou seu aterramento, tendo em vista o aproveitamento máximo do solo disponível. Destacam-se as áreas com maior suscetibilidade a alagamentos e inundações, caracterizadas historicamente pela precariedade habitacional e segregação socioespacial. Além disso, a situação de ocupação densa, impermeável e contígua do solo urbano, com precariedade infraestrutural, condiciona o aumento da carga de sedimentos no escoamento superficial, o aumento do efeito de arrasto das enxurradas, do potencial erosivo, da contaminação do solo e do adoecimento de pessoas (ARAÚJO; ALMEIDA; GUERRA, 2008; SPIRN, 1995).

A baixa permeabilidade da bacia da Estrada Nova, em torno de 3,27% (**Mapa 11**), apresenta patamar muito abaixo da tolerância do Diagrama de Schueler, entre 20% a 25% de permeabilidade por bacia hidrográfica urbana, em contexto prévio à amplificação do *runoff* urbano em mais de 5,5 vezes.

Nas primeiras apresentações do programa, havia a inclusão de intervenções enquadradas nas chamadas técnicas compensatórias de drenagem urbana, o que era coerente com a fisiografia e as condições urbanísticas da bacia. Na elaboração dos primeiros projetos executivos e na execução da obra civil, contudo, a concepção geral de drenagem urbana do Portal da Amazônia/PROMABEN migrou para um padrão francamente conservador, estritamente estrutural e convencional. A seguir (**Quadro 1**), reúnem-se praticamente todos os conjuntos de intervenções previstas no programa de macrodrenagem. Também identifica-se como as soluções inicialmente pensadas foram modificadas e vêm sendo executadas no decorrer do tempo. Além disso, são detalhados os demais dados, como as fontes dos financiamentos, empresas e órgãos envolvidos, entre outros.



USGS (2014); IBGE (2020); LABGED-UFFA (2013); PDSES (2009)

**Mapa 11. Bacia da Estrada Nova: áreas permeáveis, canais e sistema viário.**

**Fonte:** IBGE (2010); LABCAM-FAU-UFFA (2019).

**Quadro 1. Descrição das intervenções previstas no programa de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova, com detalhamento das entidades, valores e modificações envolvidas. (1/5)**

ETAPAS	ETAPA 1 DA ÁREA DE ORLA - PORTAL DA AMAZÔNIA					
ÁREA TEMÁTICA	MOBILIDADE E INFRAESTRUTURA	URBANIZAÇÃO			INFRAESTRUTURA	
PROPOSTA	Aterro hidráulico de 69m de largura para parque linear com opções de lazer e turismo. O parque incluiria duas pistas, passeio externo, estacionamento em ambas as pistas, ciclovia, canteiro central, faixa destinada a área de lazer e paisagismo com quadras e quiosques. Seria construído a partir de cinco módulos vicinais com 2.300 m de extensão. Segundo o EIA-RIMA, o projeto do parque linear contempla ainda a implantação de bueiros metálicos (ARMCO) e de galerias celulares de concreto ao longo da via, que irão integrar o sistema de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova.					
REPASSE INICIAL PREVISTO	R\$52.000.000,00 (valor previsto pelo programa)					
OBRA CONTRATADA	Orla do Portal da Amazônia - Intervenções viárias e execução do parque linear na orla	Reforma da pavimentação e urbanização do Portal da Amazônia.	Execução de serviços de urbanização do Portal da Amazônia.	Construção de 02 quadras de tênis e estruturas de apoio no Portal da Amazônia.	Execução dos serviços de recuperação estrutural da contenção do Portal da Amazônia.	
VALOR DE CONTRATO	-	R\$ 144.877,44	R\$ 14.788.380,26	R\$ 769.707,94	R\$ 451.450,33	
GESTOR DA OBRA	SEURB	SEURB	SEHAB	SEJEL/SEGEP/PMB	SEURB	
EXECUTORA DAS OBRAS	-	D.R.A DE ARAÚJO EPP.	LMCC SERVIÇOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL LTDA	ALC CONSTRUÇÕES E ARQUITETURA LTDA-ME	PAULO RAYMUNDO BRÍGIDO DE OLIVEIRA EIRELI	
DATA DE CONTRATO	-	setembro de 2014	fevereiro de 2016	setembro de 2019	janeiro de 2019	
FONTE DE FINANCIAMENTO	Ministério do Turismo e PMB					
ESTÁGIO DE EXECUÇÃO	O parque linear foi inaugurado com apenas três dos cinco módulos vicinais executados e com áreas sem uso definido que posteriormente foram destinadas à construção de duas quadras de tênis que eram previstas para serem inauguradas em janeiro de 2020. Não chegaram a ser concluídas.					

**Quadro 1. Descrição das intervenções previstas. (2/5)**

ETAPAS	ETAPA 1 DA ÁREA DE ORLA - PORTAL DA AMAZÔNIA			
ÁREA TEMÁTICA	URBANIZAÇÃO	REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA	URBANIZAÇÃO	URBANIZAÇÃO
PROPOSTA	Para a reurbanização das ocupações na área do Portal da Amazônia, foram previstas a remoção das edificações de palafitas que ocupavam as margens da orla a serem aterradas, a pavimentação e a integração viária das ruas de acesso ao Parque Linear, a construção de equipamentos públicos e o acesso às redes de infraestrutura básica.			
REPASSE INICIAL PREVISTO	R\$ 25.930.207,16 (valor repassado segundo balanço do pac para urbanização do portal da amazônia em junho de 2007) r\$3.954.600,00 (valor repassado segundo balanço do PAC para urbanização da estrada nova em janeiro de 2008)			R\$ 66.417.340,34 (valor repassado segundo balanço do PAC)
OBRA CONTRATADA	Urbanização de favelas do projeto Portal da Amazônia	Regularização fundiária urbana na área de intervenção do projeto de urbanização do Portal da Amazônia.	Execução dos serviços de urbanização de favelas do Portal da Amazônia.	Urbanização de favelas do projeto Portal da Amazônia (2ª Etapa) - Ocupações e vias lindeiras à orla/parque linear
VALOR DE CONTRATO	R\$ 23.247.795,96. O valor original do Contrato era de R\$ 18.598.763,53. Porém foi acrescido o valor de R\$ 4.649.032,43 sob a justificativa de modificações no projeto.	R\$ 405.197,66	R\$ 12.007.063,16	R\$ 68.767.348,69
GESTOR DA OBRA	SEURB	SEURB	SEURB	SEHAB
EXECUTORA DAS OBRAS	Uni Engenharia e Comercio LTDA	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém - CODEM	GD Engenharia Ltda.	UNI ENGENHARIA E COMÉRCIO LTDA
DATA DE CONTRATO	julho de 2008	julho de 2011	agosto de 2013	abril de 2010
FONTE DE FINANCIAMENTO	PAC - Habitação			
ESTÁGIO DE EXECUÇÃO	As obras de urbanização de vias das ocupações da área do Portal da Amazônia foram entregues. Além disso, foi inaugurada uma Unidade Básica de Saúde e executadas obras de infraestrutura de microdrenagem, abastecimento de água e iluminação pública.			

ETAPA 1 DA ÁREA DE ORLA - PORTAL DA AMAZÔNIA

HABITAÇÃO	
Foram previstas 221 unidades habitacionais, sendo divididas em três blocos	
R\$ 23.000.000,00 (valor previsto pelo (programa)	
Execução de serviços de urbanização e infraestrutura com construção de unidades habitacionais da Estrada Nova – 1ª e 2ª Etapa	Serviços de acabamento do bloco nº 02 do projeto de urbanização do Portal da Amazônia.
R\$ 17.169.092,07	R\$ 214.422,44
SEHAB	SEURB
VARANDA SISTEMAS DE HABITAÇÃO LTDA (atual SBC – SISTEMA BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO LTDA)	Arteplan Projetos e Construções Ltda. CONSTRUÇÃO LTDA)
dezembro de 2009	novembro de 2009

PAC - Habitação

Somente um bloco com seis apartamentos dos 28 Blocos previstos para o conjunto habitacional foi finalizado, e a empresa Varanda Sistemas de Habitação vem sendo investigada desde 2017 por desvio de dinheiro público, e pela relação entre proprietários e o prefeito da época. No ano de 2021 a prefeitura deu prosseguimento às obras do conjunto, inaugurando dois blocos de apartamentos.

**Quadro 1. Descrição das intervenções previstas. (3/5)**

ETAPAS		OBRAS NA SUB-BACIA 01	
ÁREA TEMÁTICA	DRENAGEM		DRENAGEM E URBANIZAÇÃO
PROPOSTA	<p>As intervenções na Sub-bacia 1 incluem o Canal da Av. Bernardo Sayão compreendido entre a Rua Veiga Cabral e Rua Fernando Guilhon, além dos Canais da Rua dos Timbiras e Caripunas. Como alternativas de intervenção de macrodrenagem escolhidas, segundo o EIA-RIMA, seriam adotadas a construção de uma bacia de retenção de cheias no lugar do Canal da Caripunas e a revitalização das seções hidráulicas dos Canais da Bernardo Sayão e da Timbiras com a ampliação da seção destes canais e concretagem de taludes, ficando apenas o Canal da Timbiras com seção trapezoidal e com fundo em leito natural. Ainda seriam executados o sistema de microdrenagem e a construção da malha viária nas laterais dos canais de drenagem evitando a reocupação e melhorando a mobilidade da área. Estavam incluídas obras de urbanização; a regularização de imóveis comerciais e residenciais; remanejamento e reassentamento de famílias e negócios; apoio institucional e ações de sustentabilidade social e ambiental; além de obras de infraestrutura sanitária (água potável e esgoto, incluindo uma estação de tratamento de esgoto na sub-bacia e conexões intradomiciliares), e o aterramento de várzeas incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.</p>		
REPASSE INICIAL PREVISTO	<p>R\$ 138.000.000,00 (valor previsto pelo programa)   Em 2008 foi autorizada a operação de crédito junto ao BID de US\$ 68.750.000,00.   Em 2010 o BID financiou US\$ 137.500.000,00; parte desse valor financeira serviços técnicos de mão-de obra especializada para atuar no Escritório de Gestão Socioambiental, que trata dos Programas de Educação Ambiental, Comunicação Social, Participação Comunitária e do Plano Diretor da Relocalização de População e Atividades Econômicas, todos referentes à implantação do Programa de Saneamento da bacia da Estrada Nova -PROMABEN.</p>		
OBRA CONTRATADA	<p>Execução de obras e serviços de drenagem, vias, águas e esgotamento sanitário, com fornecimento de materiais e equipamentos, na Sub-Bacia I da bacia da Estrada Nova, na área urbana de Belém.   Prestar serviços referentes ao sistema de comportas e executar os serviços de meio de quadra (Quadra 1) (serviços acrescentados em 27 de novembro de 2012).</p>	<p>Execução de Obras de macrodrenagem, microdrenagem, sistema viário, urbanização, sinalização, melhorias no Sistema de Abastecimento de Água e Sistema de Comportas na Sub-Bacia 1, da bacia Hidrográfica da Estrada Nova.</p>	
VALOR DE CONTRATO	<p>Em julho de 2014, através do 9º Termo Aditivo ao Contrato Nº 026/2010-SEURB/UCP, o valor global do Contrato de R\$145.499.387,90 passou para R\$214.691.687,44 sob a justificativa de acréscimos de serviços, preços e insumos não licitados.</p>		<p>R\$ 23.048.128,99</p>
GESTOR DA OBRA	<p>SEURB</p>		<p>UCP - PROMABEN</p>
EXECUTORAS DAS OBRAS	<p>Construtora Andrade Gutierrez S/A.</p>		<p>CONSTRUTORA CENTRAL DO BRASIL AS.</p>
DATA DE CONTRATO	<p>maio de 2010</p>		<p>agosto de 2019</p>
FONTE DE FINANCIAMENTO	<p>BID</p>		
ESTÁGIO DE EXECUÇÃO	<p>As propostas de intervenção para o Canal da Av. Bernardo Sayão, da Rua dos Timbiras e Caripunas foram modificadas, sendo executado para o sistema de macrodrenagem o tamponamento dos canais com a utilização de aduelas. A bacia de retenção foi eliminada do conjunto de intervenções e a estação de tratamento de esgoto nunca chegou a ser construída. Apesar disso, foram realizadas intervenções para complementação do sistema de microdrenagem e de um sistema de comportas. Foram realizadas ainda obras no sistema viário com a construção da malha viária nas laterais das galerias de drenagem na tentativa de evitar a reocupação destas áreas e melhoria da mobilidade. Ainda se realizaram obras de urbanização; a regularização parcial de imóveis comerciais e residenciais; o remanejamento de famílias e negócios; e o aterramento de várzeas nesta sub-bacia, incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.</p>		

OBRAS NA SUB-BACIA 02

URBANIZAÇÃO	REGULARIZAÇÃO FUNDIÁRIA
-------------	-------------------------

As intervenções na Sub-bacia 2 incluem o Canal da Av. Bernardo Sayão compreendido entre a Rua Engenheiro Fernando Guilhon e Av. Roberto Camelier, e os Canais da Quintino Bocaiúva, 14 de Março e Dr. Moraes. Sobre as obras de macrodrenagem, foi proposto, de acordo com o EIA-RIMA do programa, o aumento e a concretagem dos taludes dos canais da Quintino, 14 de Março e Dr. Moraes com fundo em leito natural e seção trapezoidal. No trecho do Canal da Bernardo Sayão, foi proposta a seção retangular com concretagem total. A via seria também duplicada, no sentido oposto ao do canal, mantendo o canal na extremidade lateral. Serão executadas ainda as redes de microdrenagem; a construção de uma bacia de acumulação das águas; obras de infraestrutura viária com a implantação e recuperação de vias laterais dos canais de drenagem evitando reocupação e melhorando a mobilidade da área. Ainda seriam executadas obras de infraestrutura sanitária: água potável e esgoto (com a construção de uma estação de tratamento de esgoto na confluência do Canal da Quintino com Bernardo Sayão); melhoria ambiental e habitacional com a urbanização, e implantação do sistema de coleta de esgoto, com a inclusão de conexões intradomiciliares e demais melhorias nas redes de infraestrutura do miolo do Jurunas; o aterramento de várzeas nas áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão; e a construção de unidades habitacionais.

R\$ 59.423.870,00 (valor repassado segundo balanço do pac até dezembro de 2018)

Urbanização de Favelas da Sub-Bacia 2 da bacia da Estrada Nova	Execução dos Serviços de Urbanização de Favelas da Sub-Bacia 2.	Regularização fundiária urbana na área de intervenção do Projeto de Urbanização da Sub-Bacia 2 da Estrada Nova.
R\$ 59.908.474,48. O valor original do contrato era de R\$ 55.997.055,86. Porém, em março de 2009 foi acrescido o valor de R\$ 3.911.418,62 sob a justificativa de modificações no projeto.	R\$ 58.282.758,32	R\$ 1.549.455,76
SEURB	SEURB	SEURB
Estacon Engenharia S.A.	GD Engenharia Ltda.	Companhia de Desenvolvimento e Administração da Área Metropolitana de Belém - CODEM
2008	setembro de 2012	julho de 2011

PAC - Habitação

As intervenções na Sub-bacia 2 foram modificadas e as obras de macrodrenagem para o Canal da Avenida Bernardo Sayão projetadas prevêm o seu tamponamento com uso de aduelas, com obras ainda não finalizadas. Para os demais canais, foi mantida a largura da seção retangular existente, sendo desocupadas as margens e realizada a concretagem e retificação de leito. A bacia de acumulação das águas prevista, apesar de ter sido mantida como proposta de intervenção, não foi realizada. A estação de tratamento de esgoto (ETE) havia sido eliminada do conjunto de propostas, porém foi listada no ano de 2021 como projeto a ser executado, e as obras de infraestrutura viária com a implantação e recuperação de vias laterais dos canais de drenagem ainda não foram concluídas. Atualmente, as intervenções que se encontram em processo de execução são: a complementação da rede de microdrenagem; o sistema de comportas; as obras de infraestrutura sanitária (água potável e esgoto, incluindo conexões intradomiciliares); melhoria ambiental e habitacional com a urbanização, e implantação do sistema de coleta de esgoto e demais melhorias nas redes de infraestrutura do miolo do Jurunas; e a construção de unidades habitacionais.

**Quadro 1. Descrição das intervenções previstas. (4/5)**

ETAPAS	OBRAS NA SUB-BACIA 02		
ÁREA TEMA-TICA	DRENAGEM		
PROPOSTA	<p>As intervenções na Sub-bacia 1 incluem o Canal da Av. Bernardo Sayão compreendido entre a Rua Veiga Cabral e Rua Fernando Guilhon, além dos Canais da Rua dos Timbiras e Caripunas. Como alternativas de intervenção de macrodrenagem escolhidas, segundo o EIA-RIMA, seriam adotadas a construção de uma bacia de retenção de cheias no lugar do Canal da Caripunas e a revitalização das seções hidráulicas dos Canais da Bernardo Sayão e da Timbiras com a ampliação da seção destes canais e concretagem de taludes, ficando apenas o Canal da Timbiras com seção trapezoidal e com fundo em leito natural. Ainda seriam executados o sistema de microdrenagem e a construção da malha viária nas laterais dos canais de drenagem evitando a reocupação e melhorando a mobilidade da área. Estavam incluídas obras de urbanização; a regularização de imóveis comerciais e residenciais; remanejamento e reassentamento de famílias e negócios; apoio institucional e ações de sustentabilidade social e ambiental; além de obras de infraestrutura sanitária (água potável e esgoto, incluindo uma estação de tratamento de esgoto na sub-bacia e conexões intradomiciliares), e o aterramento de várzeas incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.</p>		
REFASSE INICIAL PREVISTO	R\$ 59.423.870,00 (valor repassado segundo balanço do PAC até dezembro de 2018)		
OBRA CONTRATADA	Macro drenagem da bacia da Estrada Nova, Sub-Bacia 2 - Ruas 14 de Março, Caripunas, Generalíssimo Deodoro, Dr. Moraes e Quintino Bocaiúva.	Execução do Sistema de Comportas Hidráulica da Sub-Bacia 2 da Bernardo Sayão.	Execução de Obras Cíveis e Fornecimento e Montagem de Equipamentos Eletromecânicos do Sistema de Comportas da Sub-Bacia 2 da Estrada Nova.
VALOR DE CONTRATO	O valor original do Contrato era de R\$ 51.397.788,52. Porém o valor foi reduzido para R\$49.700.000,00 sob a justificativa de modificações no projeto.	R\$ 3.734.261,01	R\$ 3.844.957,82
GESTOR DA OBRA	SEURB	SEURB	SEURB
EXECUTORA DAS OBRAS	EIT - Empresa Industrial Técnica S/A	EIT - EMPRESA INDUSTRIAL TÉCNICA S/A	EIT - EMPRESA CONSTRUÇOES S/A
DATA DE CONTRATO	julho de 2008	maio de 2012	junho de 2012
FONTE DE FINANCIAMENTO	PAC - Saneamento		
ESTÁGIO DE EXECUÇÃO	<p>As propostas de intervenção para o Canal da Av. Bernardo Sayão, da Rua dos Timbiras e Caripunas foram modificadas, sendo executado para o sistema de macrodrenagem o tamponamento dos canais com a utilização de aduelas. A bacia de retenção foi eliminada do conjunto de intervenções e a estação de tratamento de esgoto nunca chegou a ser construída. Apesar disso, foram realizadas intervenções para complementação do sistema de microdrenagem e de um sistema de comportas. Foram realizadas ainda obras no sistema viário com a construção da malha viária nas laterais das galerias de drenagem na tentativa de evitar a reocupação destas áreas e melhoria da mobilidade. Ainda se realizaram obras de urbanização; a regularização parcial de imóveis comerciais e residenciais; o remanejamento de famílias e negócios; e o aterramento de várzeas nesta sub-bacia, incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.</p>		

OBRAS NA SUB-BACIA 02

DRENAGEM

HABITAÇÃO E SERVIÇOS

As intervenções na Sub-bacia 1 incluem o Canal da Av. Bernardo Sayão compreendido entre a Rua Veiga Cabral e Rua Fernando Guilhon, além dos Canais da Rua dos Timbiras e Caripunas. Como alternativas de intervenção de macrodrenagem escolhidas, segundo o EIA-RIMA, seriam adotadas a construção de uma bacia de retenção de cheias no lugar do Canal da Caripunas e a revitalização das seções hidráulicas dos Canais da Bernardo Sayão e da Timbiras com a ampliação da seção destes canais e concretagem de taludes, ficando apenas o Canal da Timbiras com seção trapezoidal e com fundo em leito natural. Ainda seriam executados o sistema de microdrenagem e a construção da malha viária nas laterais dos canais de drenagem evitando a reocupação e melhorando a mobilidade da área. Estavam incluídas obras de urbanização; a regularização de imóveis comerciais e residenciais; remanejamento e reassentamento de famílias e negócios; apoio institucional e ações de sustentabilidade social e ambiental; além de obras de infraestrutura sanitária (água potável e esgoto, incluindo uma estação de tratamento de esgoto na sub-bacia e conexões intradomiciliares), e o aterramento de várzeas incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.

R\$ 59.423.870,00 (valor repassado segundo balanço do PAC até dezembro de 2018)

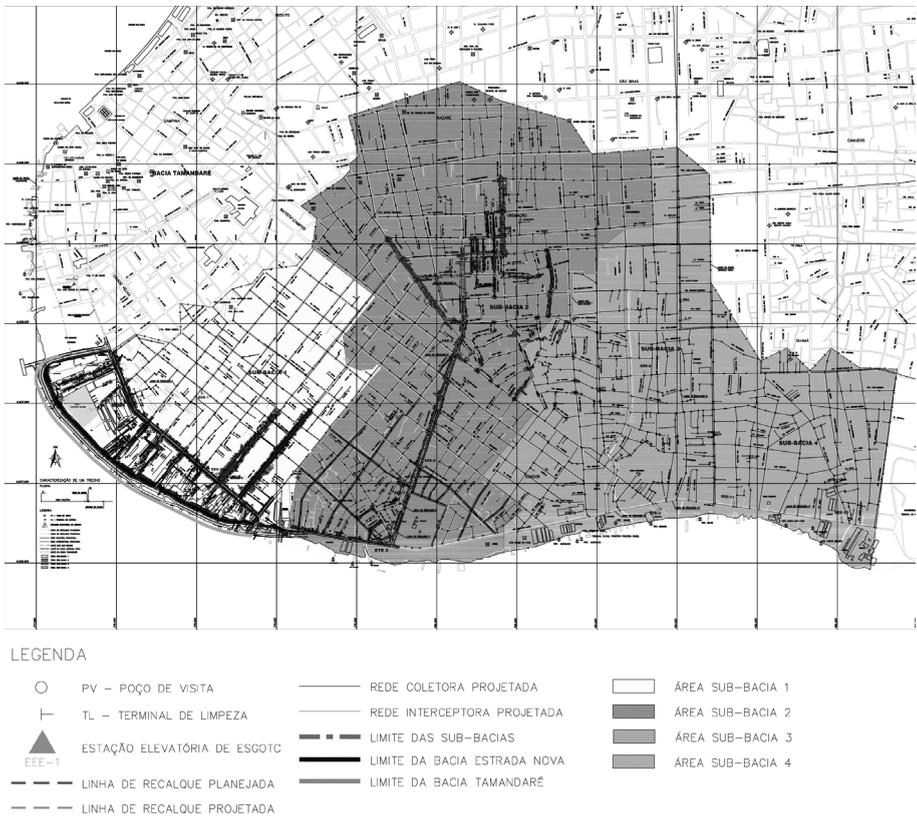
Em 2012, foi previsto pelo programa que o Conjunto Habitacional Estrada Nova I e II seria financiado por recursos do FNHIS, totalizando o valor de R\$8.000.000,00. | Em dezembro de 2017, foi assinado o contrato de financiamento de US\$ 125.000.000,00 para o programa de saneamento básico da bacia da Estrada Nova - PROMABEN II (parte dos recursos será destinado para Construção de Unidades Habitacionais e Comerciais para Reassentamento de Famílias Vulneráveis).

Elaboração de Projetos Básicos da Rede Coletora de Esgoto, Estação Elevatória e Linhas de Recalque da Área denominada Miolo do Bairro do Jurunas, na Sub-Bacia 2 da bacia Hidrográfica da Estrada Nova.	- Elaboração de projetos executivos do Conjunto Habitacional a ser implantado na Sub-Bacia 2 - PROMABEN II; - Elaboração de projetos executivos do Centro Comercial a ser construído na Sub-Bacia 2, para ações do Programa de Saneamento Básico da bacia da Estrada Nova - PROMABEN II; - Elaboração de projetos executivos da Unidade de Referência de Vigilância das Doenças Tropicais Negligenciadas, localizada no bairro da Cremação.
R\$ 86.115,09	R\$ 580.760,74
UCP - PROMABEN	UCP - PROMABEN
SANEVIAS CONSULTORIA E PROJETOS LTDA	STCP ENGENHARIA DE PROJETOS LTDA
setembro de 2019	julho de 2019
PAC - Saneamento	BID

As propostas de intervenção para o Canal da Av. Bernardo Sayão, da Rua dos Timbiras e Caripunas foram modificadas, sendo executado para o sistema de macrodrenagem o tamponamento dos canais com a utilização de aduelas. A bacia de retenção foi eliminada do conjunto de intervenções e a estação de tratamento de esgoto nunca chegou a ser construída. Apesar disso, foram realizadas intervenções para complementação do sistema de microdrenagem e de um sistema de comportas. Foram realizadas ainda obras no sistema viário com a construção da malha viária nas laterais das galerias de drenagem na tentativa de evitar a reocupação destas áreas e melhoria da mobilidade. Ainda se realizaram obras de urbanização; a regularização parcial de imóveis comerciais e residenciais; o remanejamento de famílias e negócios; e o aterramento de várzeas nesta sub-bacia, incluindo áreas adjacentes da Av. Bernardo Sayão.

**Quadro 1. Descrição das intervenções previstas. (5/5)**

ETAPAS	OBRAS NA SUB-BACIA 3 E 04	
ÁREA TEMÁTICA	INFRAESTRUTURA	INFRAESTRUTURA
PROPOSTA	<p>Nas sub-Bacias 3 e 4, foram previstas intervenções para o Canal da Avenida Bernardo Sayão, entre a Avenida Roberto Camelier e a UFPA, e o Canal da Travessa 3 de Maio. Segundo o EIA-RIMA, o sistema de macrodrenagem proposto para o primeiro canal deveria se constituir por seção retangular concretada e a via seria duplicada, mas mantendo o canal na extremidade lateral da Avenida Bernardo Sayão. Para o Canal da Travessa 3 de Maio foi proposto o aumento e a concretagem do talude de seção trapezoidal com fundo natural. Foi prevista a execução do sistema de microdrenagem, execução de uma terceira estação de tratamento de esgoto (ETE) na bacia, nas proximidades do Canal da 3 de Maio e a integração viária com implantação e recuperação do sistema viário dos canais de drenagem, evitando reocupação dessas áreas.</p>	
REFASSE INICIAL PREVISTO	<p>R\$ 118.000.000,00 (valor previsto pelo programa) R\$133.999.560,00 (valor repassado segundo balanço do PAC até dezembro de 2018)</p>	
OBRA CONTRATADA	Execução de obras de infraestrutura nas sub-Bacias 3 e 4 da Estrada Nova.	Execução de Obras de Infraestrutura Remanescentes nas Sub-Bacias 3 e 4 da Estrada Nova.
VALOR DE CONTRATO	R\$ 117.800.725,39	R\$ 101.342.171,80. Em março de 2018, foi acrescido o valor de R\$ R\$ 7.268.629,33 em cima do valor inicial de R\$ 94.073.542,47. Sob a justificativa de inclusão de novo item não previsto na licitação.
GESTOR DA OBRA	SESAN	SESAN
EXECUTORA DAS OBRAS	VARANDA SISTEMAS DE HABITAÇÃO LTDA (atual SBC – SISTEMA BRASILEIRO DE CONSTRUÇÃO LTDA)	ETC - Empreendimentos e Tecnologia em Construções Ltda.
DATA DE CONTRATO	julho de 2011	A empresa citada foi contratada em junho de 2015 no lugar da EIT CONSTRUÇÕES S.A., que havia sido contratada primeiramente em novembro de 2014.
FONTE DE FINANCIAMENTO	PAC - Saneamento	
ESTÁGIO DE EXECUÇÃO	<p>As intervenções no Canal da Av. Bernardo Sayão foram modificadas adotando-se tamponamento do canal com aduelas. Para o Canal da Travessa 3 de Maio, as modificações de projeto resultaram em concretagem e retificação na manutenção da largura e formato retangular da seção do canal. As obras nos dois canais estão em execução, como as obras de microdrenagem, do sistema de comportas e de integração viária local. Quanto à estação de tratamento de esgoto prevista, em 2021 retomou-se a discussão sobre seu projeto e execução.</p>	



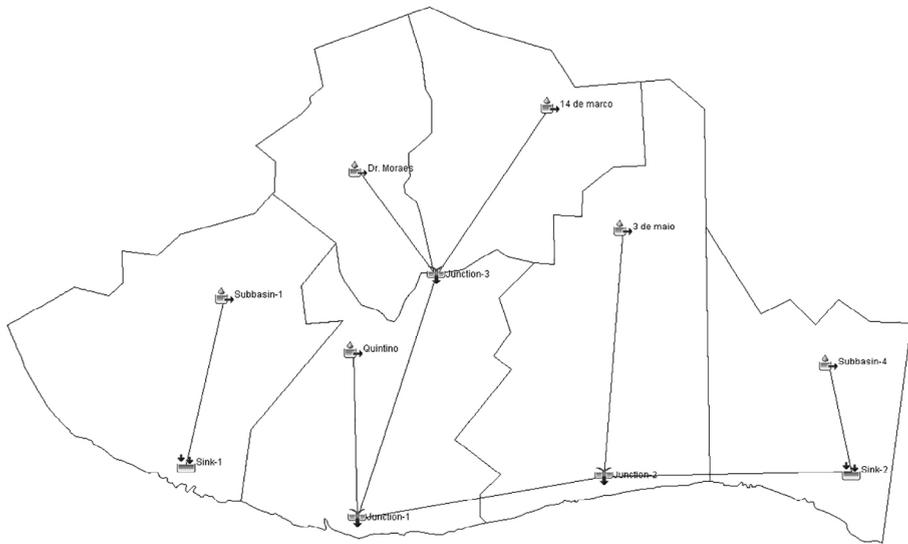
**Figura 4.** Esquema básico de divisão da bacia da Estrada Nova em quatro sub-bacias.

Fonte: PROMABEN (2012).

## MODELAGEM DO PROJETO DE MACRODRENAGEM DA BACIA DA ESTRADA NOVA

Para fins de avaliação no aspecto hidráulico, procedeu-se à realização de uma simulação computacional das condições do sítio e do projeto em análise na pesquisa. O projeto de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova, na área sul de Belém (PA), foi modelado em ambiente HEC-HMS/HEC-RAS, com chuvas com tempo retorno de 50 anos e diversas durações para as quatro sub-bacias componentes da bacia da Estrada Nova (**Figura 4**).

A Sub-bacia 2, de maior área superficial, foi subdividida em três parcelas para melhor modelagem do escoamento, verificando assim a contribuição das sub-bacias do canal da Travessa Doutor Moraes e do canal da Travessa 14 de Março para a sub-bacia do canal da Travessa Quintino Bocaiúva, este o mais



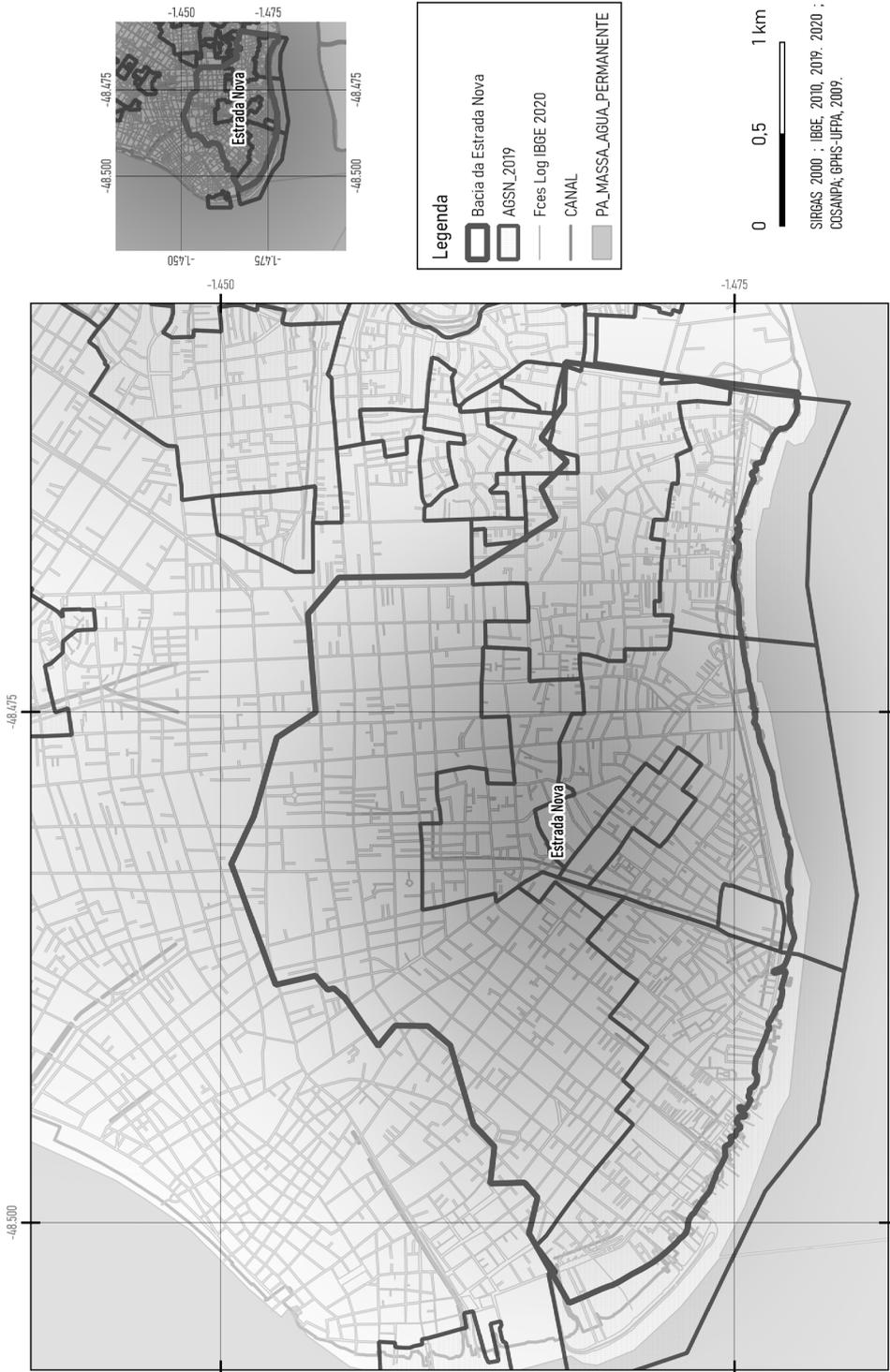
**Figura 5.** Esquema de condutores hidráulicos e nós (conexões) sobre cartografia digital shapefile, em ambiente HEC-RAS, para a bacia da Estrada Nova.

Fonte: Elaboração própria dos autores a partir de Belém (2007).

extenso da bacia da Estrada Nova no sentido Norte-Sul, de maior declividade. A chuva de longa duração foi distribuída no tempo utilizando o primeiro quartil da metodologia de Huff. O parâmetro Curve Number (CN) foi ponderado de acordo com a área da respectiva sub-bacia. A seguir estão as imagens e diagramas gráficos do modelo hidrológico.

O mapa com as manchas de inundação foi feito para os canais-tipo da versão divulgada do projeto de macrodrenagem quando do licenciamento ambiental da obra. Foi usada, como condição, a vazão de pico para chuva de duas a quatro horas de duração com 50 anos de tempo de retorno. Diante das condições locais e dos dados das tábuas de marés de Belém, o nível de maré utilizado foi de 4,6 metros, dada a significativa elevação do nível da água na região. Esse resultado foi simulado no regime permanente (**Figura 5**).

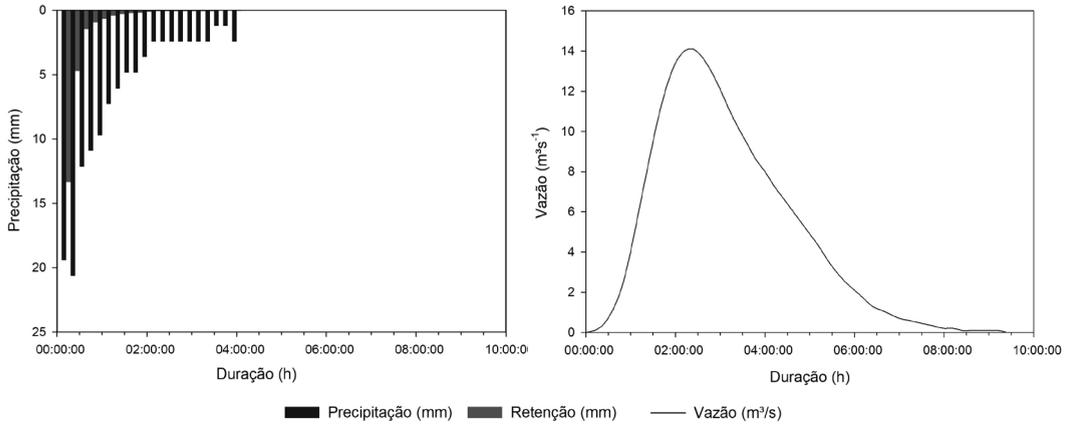
O estudo de mapeamento de pontos de alagamento recentes em Belém (GUIMARÃES; RABELO; CATETE et al., 2017), quando simulado em relação à densidade dos pontos, mostra maior concentração na região limítrofe entre as sub-bacias 02 e 03 da bacia da Estrada Nova, área crítica pela presença de aglomerados subnormais, alta contiguidade de edificações e pelo impacto das sub-bacias dos canais de drenagem da Travessa Quintino Bocaiúva, Doutor Moraes e 14 de Março (**Mapa 12**).



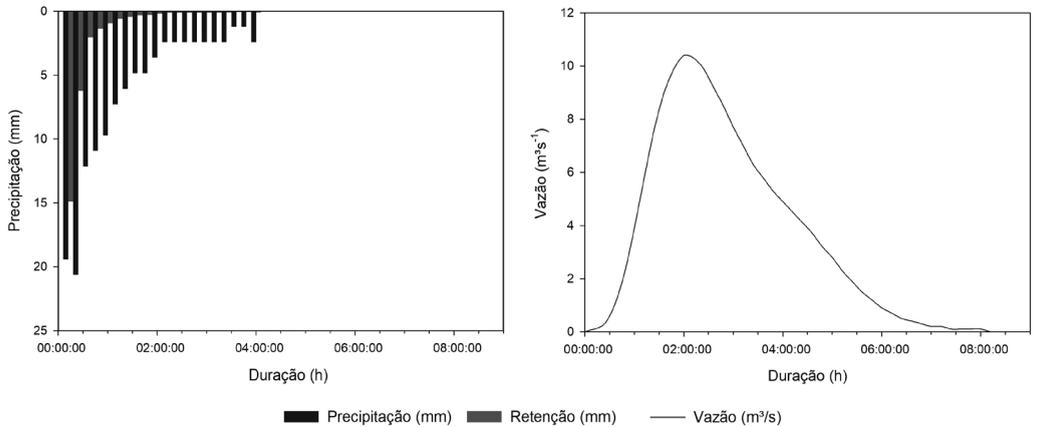
Nas simulações, pode-se notar certo padrão de vazões elevadas que, pelas seções e profundidades médias dos canais da bacia, resultariam em velocidades de escoamento críticas, erosivas (BAPTISTA; LARA, 2010). De fato, as vazões são altas, na simulação e em conferências de campo, porém as velocidades de escoamento resultam baixas devido às baixas declividades médias de terreno da bacia da Estrada Nova. A maré e sua variação causam efeito de remanso nos canais, como uma barreira natural, contribuindo para as velocidades de escoamento baixas. As vazões, por outro lado, são altas devido ao grande volume de chuva e a cobertura do solo, praticamente todo impermeabilizado na bacia da Estrada Nova. Por esta razão a simulação resultou nos diagramas a seguir, que equivalem ao curve number (CN) alto (entre 92 a 95). A relação é direta entre escoamento superficial e taxa de impermeabilização, restando volume minoritário para evapotranspiração na bacia.

Problemas adicionais podem ser atribuídos na consulta à simulação, às mudanças no projeto e conseqüentemente na obra civil. Eliminou-se uma sucessão de canais de drenagem, com tamponamento e perda de eficiência, como no caso do canal da Rua dos Timbiras. A sub-bacia 01, em fronteira com o Centro Histórico de Belém e bairros adensados, recebeu projeto de macrodrenagem alterado, com apenas um lançamento de sua contribuição no Rio Guamá, exutório da bacia da Estrada Nova como um todo. Não foram executados os dispositivos compensatórios previstos em 2007, como as bacias de retenção. Esses dispositivos assumiram tanto o papel necessário de flexibilidade e multifuncionalidade (controle de enchentes, tratamento primário, controle ambiental urbano, espaço público, articulação viária e espacial) para uma bacia como a da Estrada Nova quanto absorveram evidentemente o quantitativo deficiente do balanço hídrico da bacia da Estrada Nova. De certo modo, pode-se dizer que o projeto de macrodrenagem da bacia da Estrada Nova, conforme o atual padrão de execução, é uma reprodução do passado no sentido da solução baseada no dique de contenção de enchentes e controle da malária, ainda na década de 1940.

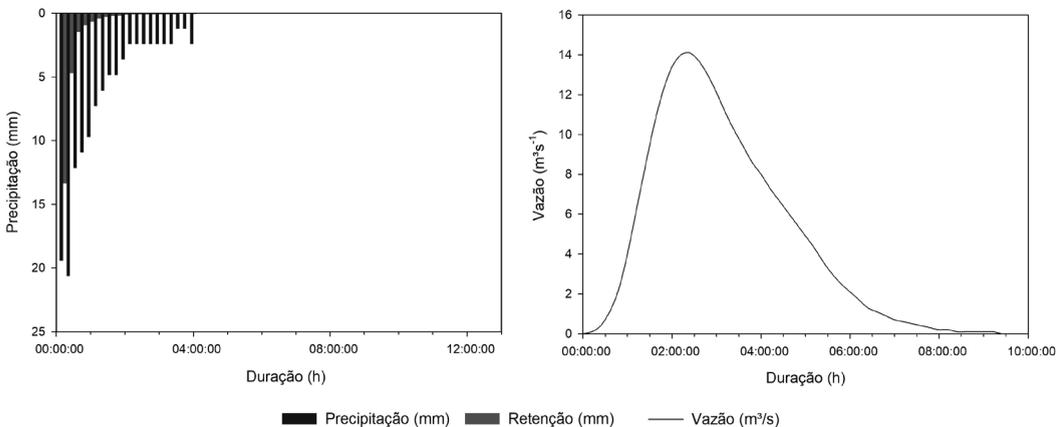
**Gráfico 3. Pluviograma e hidrograma, Sub-bacia do canal da Travessa 14 de Março, com TR 50 anos e 4 horas de duração.**



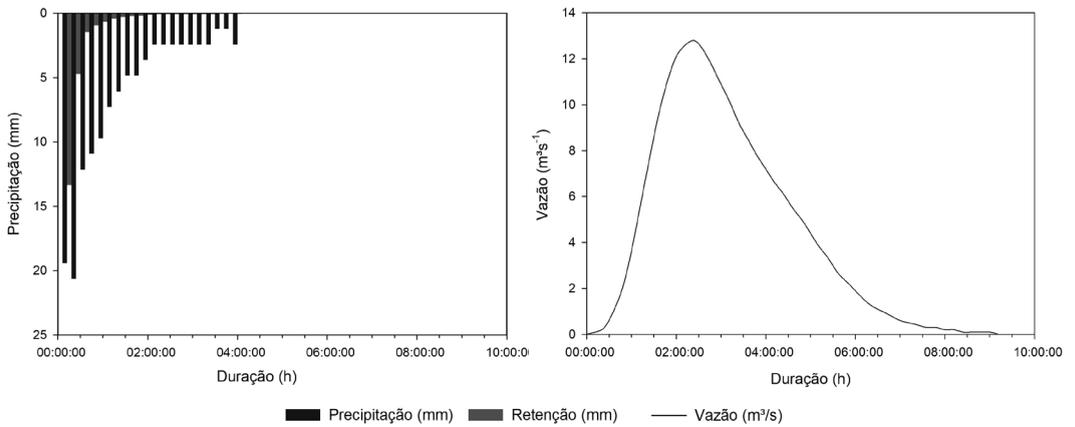
**Gráfico 4. Pluviograma e hidrograma, Sub-bacia do canal da Travessa Doutor Moraes, com TR 50 anos e 4 horas de duração.**



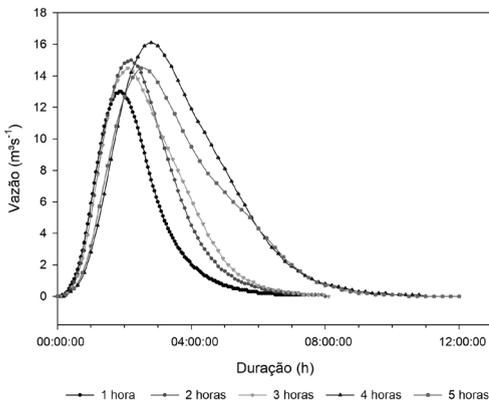
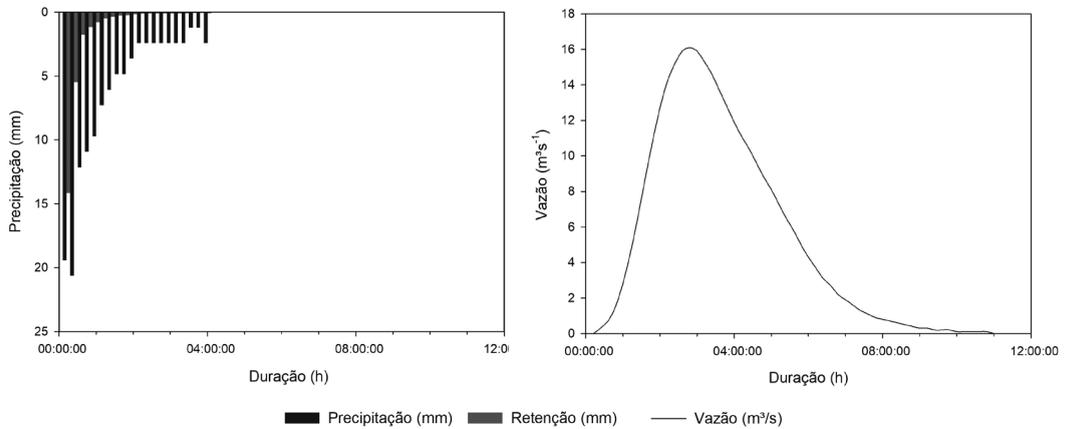
**Gráfico 5. Pluviograma e hidrograma, Sub-bacia 03 da Estrada Nova, com TR 50 anos e 4 horas de duração.**



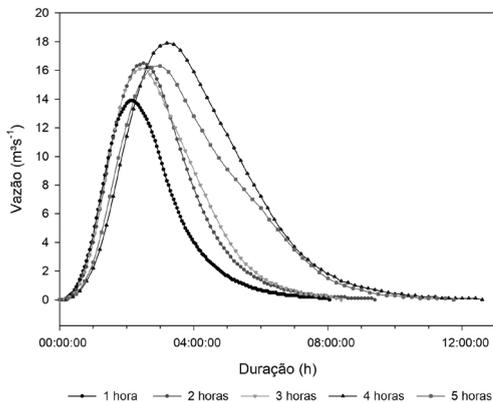
**Gráfico 6. Pluviograma e hidrograma, Sub-bacia 04 da Estrada Nova, com TR 50 anos e 4 horas de duração.**



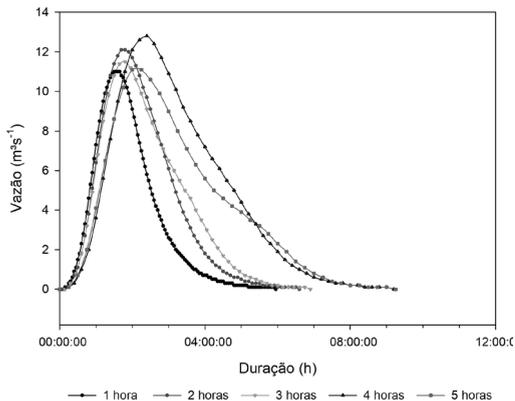
**Gráfico 7. Pluviograma e hidrograma, Sub-bacia 01 da Estrada Nova, com TR 50 anos e 4 horas de duração.**



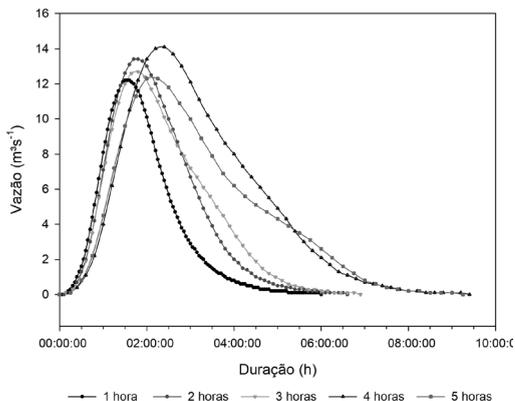
**Gráfico 8. Hietograma, vazão de projeto da Sub-bacia 01 da bacia da Estrada Nova.**



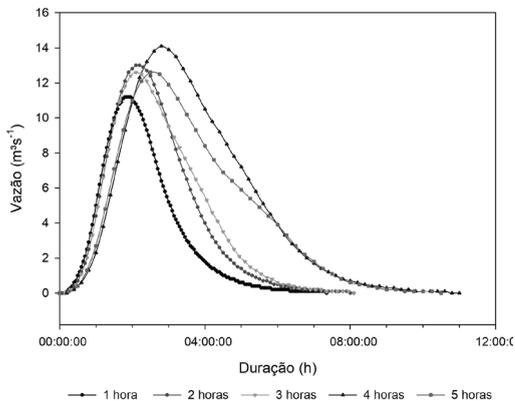
**Gráfico 9.** Hietograma, vazão de projeto da Sub-bacia 03 da bacia da Estrada Nova.



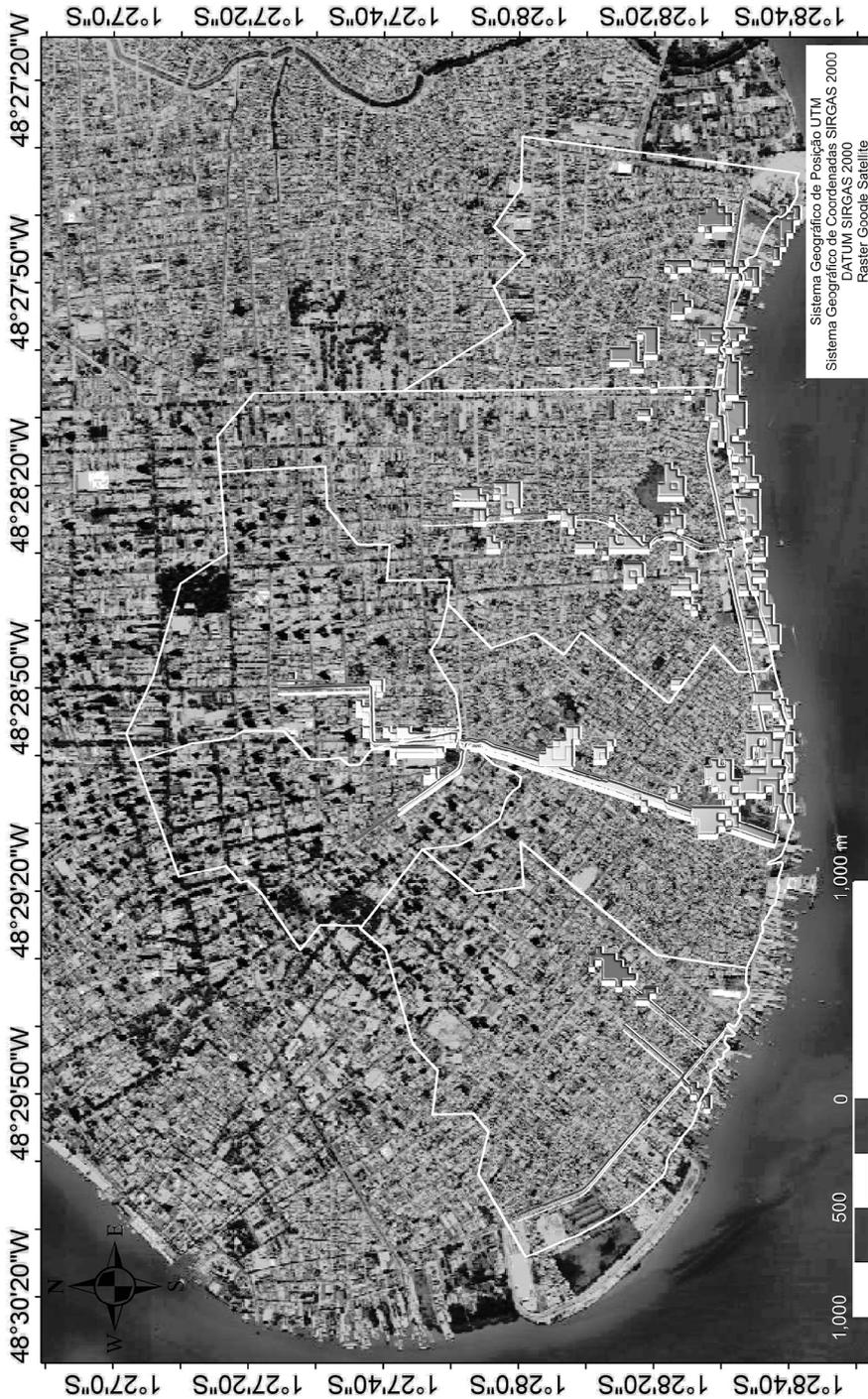
**Gráfico 10.** Hietograma, vazão de projeto da Sub-bacia 04 da bacia da Estrada Nova.



**Gráfico 11.** Hietograma, vazão de projeto da Sub-bacia 02, Travessa 14 de Março, da bacia da Estrada Nova.



**Gráfico 12.** Hietograma, vazão de projeto da Sub-bacia 02, canal da Travessa Quintino Bocaiúva, da bacia da Estrada Nova.



**Mapa 13. Mancha de inundação simulada para a bacia da Estrada Nova.**

Fonte: Elaboração própria dos autores a partir de Belém (2014).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

A inflexão conservadora do projeto é incongruente com o contexto a que se destina, e acentua a suscetibilidade ambiental da população pobre em seus territórios de moradia precária. A não execução das bacias de acumulação, por exemplo, bem como as mínimas mudanças quanto ao dimensionamento dos canais, tendo em vista a diminuição no número de famílias a serem removidas, decerto dificulta que as intervenções ainda remanescentes do programa sejam suficientes para sanar os problemas da bacia. Associado a isso, o adiamento contínuo nas soluções habitacionais e de tratamento de esgoto da bacia tende a colaborar para que os problemas de insalubridade e saneamento ainda sejam presentes nas ocupações com condições sociais mais precárias da bacia.

A diretriz de desenho urbano (ver **Quadro 1**) de implantação de vias lindeiras ao curso de canais de drenagem de modo a evitar o retorno da ocupação irregular é uma das possíveis chaves de leitura das deficiências do projeto. Diante de planos de realocação de população afetada flagrantemente subdimensionados e de deficiências na associação entre projetos sanitários e política habitacional, depositar confiança na morfologia urbana como recurso para evitar ocupação irregular é no mínimo curioso.

As obras de urbanização, a criação de infraestruturas viárias e a execução de áreas de lazer em partes da orla da bacia, principalmente no aterro criado como a nova orla chamada de Portal da Amazônia, trouxeram melhorias para a acessibilidade viária e maiores opções de atividades para a população da bacia. Mas, aparentemente, os maiores problemas de saneamento e de drenagem da bacia ainda estão longe de ser sanados.

## REFERÊNCIAS

ARAÚJO, G. H. S.; ALMEIDA, J. R.; GUERRA, A. J. T. **Gestão ambiental de áreas degradadas**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2008.

BAPTISTA, M.; LARA, M. **Fundamentos de engenharia hidráulica**. 3. ed. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2010.

BELÉM. **Versão oficial do Portal da Amazônia**. Belém, Secretaria Municipal de Urbanismo; Secretaria Municipal de Saneamento; Gabinete do Prefeito Municipal, 29 mar. 2006a. 5 f. Disponível em: [www.belem.pa.gov.br/app/paginas/noticia.php?id\\_noticia=909](http://www.belem.pa.gov.br/app/paginas/noticia.php?id_noticia=909). Acesso em: 10 nov. 2006.

BELÉM. **Lei n.º 8483, de 29 de dezembro de 2005**. Dispõe sobre o Plano Plurianual para o período 2006-2009 e dá outras providências. Belém, Prefeitura Municipal, dez. 2005. Disponível em: [http://portaltransparencia.belem.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/Lei\\_PPA2006-2009.pdf](http://portaltransparencia.belem.pa.gov.br/wp-content/uploads/2021/07/Lei_PPA2006-2009.pdf). Acesso em: 10 ago. 2021.

BELÉM. **Urbanização da bacia da Estrada Nova e orla do Rio Guamá**. Portal da Amazônia. Belém, Prefeitura Municipal; Secretaria Municipal de Urbanismo, mai. 2006b. 67 f. Roteiro de apresentação e discussão de audiência pública no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia do Pará. [Textos, imagens, vídeo, gráficos, mapas, projetos técnicos eletrônicos.] CD-ROM.

BELÉM. **Programa de recuperação urbano-ambiental da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova**. Processo de licenciamento ambiental da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova. Relatório de impacto ambiental. 343 f. Belém: Prefeitura Municipal; Secretaria Municipal de Saneamento; Programa de Macrodrenagem da Bacia da Estrada Nova; Banco Interamericano de Desenvolvimento; Engesolo Engenharia LTDA., set. 2007. 2 v. Disponível em: [http://www.cinbesa.com.br/RIMA/SA\\_PR109\\_06\\_TX\\_26\\_005\\_A.pdf](http://www.cinbesa.com.br/RIMA/SA_PR109_06_TX_26_005_A.pdf). Acesso em: 25 set. 2021.

BELÉM. **Urbanização da bacia da Estrada Nova e orla do Rio Guamá**. Portal da Amazônia. Belém, Prefeitura Municipal; Secretaria Municipal de Urbanismo, dez. 2007. 67 f. Roteiro de apresentação e discussão de audiência pública na Universidade Federal do Pará. [Textos, imagens, gráficos eletrônicos.] CD-ROM.

BELÉM. **Plano Diretor da realocização de população e atividades econômicas**. PROMABEN (BR 11369). Belém: Prefeitura Municipal; Secretaria Municipal de Saneamento; Programa de Macrodrenagem da Bacia da Estrada Nova, 2009.

BELÉM; UNIDADE COORDENADORA DE PROGRAMA; PROJETO DE MACRODRENAGEM DA BACIA DA ESTRADA NOVA. **Plano específico de reassentamento – PER**. Belém, PROMABEN, 2012. CD-ROM.

BELÉM. **Síntese do Promaben**. Programa de Saneamento da Bacia da Estrada Nova. Belém: Secretaria Municipal de Saneamento, 2014. CD-ROM.

BRASIL. República Federativa; Ministério do Planejamento. PAC. Programa de Aceleração do Crescimento. **Empreendimentos do PAC**. Brasília: Ministério do Planejamento, jun. 2018. Disponível em: <http://pac.gov.br/sobre-o-pac/publicacoesnacionais>. Acesso em: 15 set. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. **Geomorfologia**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

COMPANHIA DE HABITAÇÃO DO ESTADO DO PARÁ (COHAB-PA). Projeto GEOPARÁ. **Edificações da Região Metropolitana de Belém (RMB)**. Belém: COHAB-PA, 2013. CD-ROM [Cartografia digital, formato shapefile.]

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS, SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL (CPRM). **Carta de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundação: município de Belém – PA**. Belém: CPRM, 2015. Disponível em: <https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/14987>. Acesso em: 10 ago. 2021

DEPARTAMENTO INTERSINDICAL DE ESTATÍSTICA E ESTUDOS SOCIOECONÔMICOS (DIEESE). **Pesquisa Nacional da Cesta Básica de Alimentos jun. 2020 – jun. 2021**. Banco de dados. São Paulo: Escritório Nacional do Dieese, 2021. Disponível em: <https://www.dieese.org.br/cesta/produto>. Acesso em: 08 ago. 2021.

DIÁRIO OFICIAL DO MUNICÍPIO DE BELÉM. **Belém: Prefeitura Municipal, 2008; 2009; 2010; 2011; 2012; 2013; 2014; 2015; 2016; 2017; 2018; 2019**. Disponível em: <https://sistemas.belem.pa.gov.br/diario/painel>. Acesso em: 20 set. 2021.

DUPUY, G. “From the ‘Magic Circle’ to ‘Automobile Dependence’: Measurements and Political Implications. **Transport Policy**, Elsevier, n. 6, v. 1, p. 1-17, 1999.

GUIMARÃES, R. J. P. S.; RABELO, T.; CATETE, C. P.; ALVES, P. P. A.; SILVA, R. C. GEORREFERENCIAMENTO DOS PONTOS DE ALAGAMENTO EM BELÉM (PA). 7 f. FENASAN. IX CONGRESSO ABES (Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental). **Anais...** São Paulo, ABES, 2017. Disponível em: <https://www.tratamentodeagua.com.br/wp-content/uploads/2018/03/IX-103.pdf>. Acesso em: 01 out. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 04 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Agglomerados subnormais 2019**. Resultados preliminares. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?edicao=27720&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 09 ago. 2021.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Base de faces de logradouros do Brasil 2020**. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/malhas-territoriais/28971-base-de-faces-de-logradouros-do-brasil.html?edicao=31173&t=acesso-ao-produto>. Acesso em: 04 ago. 2021.

INSTITUTO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO, SOCIAL E AMBIENTAL DO ESTADO DO PARÁ (IDESP-PA). **Lendo o Pará**. Base de dados e análises do Núcleo de Estudos Urbanos do IDESP-PA. Belém: IDESP-PA, 2013. CD-ROM. [Elaboração: Andréa de Cássia Lopes Pinheiro; Thiago Alan Guedes Sabino; Leila de Fátima Monte; Renata Durans Pessoa de Souza; Michel Melo].

KOWARICK, L. **A espoliação urbana**. São Paulo: Paz e Terra, 1979. (Estudos Brasileiros, 44).

LABORATÓRIO CIDADES NA AMAZÔNIA DA FACULDADE DE ARQUITETURA E URBANISMO DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (LABCAM-FAU-UFPA). **Subsídios urbanísticos para a construção de Plano Metropolitano de drenagem urbana, Região Metropolitana de Belém, Pará**. 22 f. Belém, LABCAM-FAU-UFPA, 2019. [Relatório de pesquisa]. Disponível em: [www.labcam.net](http://www.labcam.net). Acesso em: 10 set. 2021.

LABORATÓRIO DE GEOPROCESSAMENTO DA FACULDADE DE GEOGRAFIA E CARTOGRAFIA, UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ (LABGEO-UFPA). **Canais de drenagem da Região Metropolitana de Belém**. Belém: LABGEO-UFPA, 2013. CD-ROM. [Cartografia digital, formato shapefile.]

LEÃO, M. B. M. S. **REMOÇÃO E REASSENTAMENTO EM BAIXADAS DE BELÉM**: Estudos de caso de planos de reassentamento (1980-2010). 165 f. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo). Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2013.

MACRODRENAGEM SE ARRASTA. Projeto na Bacia da Estrada Nova não tem data para começar. **Jornal O Liberal**, Belém, Caderno Amazônia, 06 fev. 2006.

MARICATO, E. “As ideias fora do lugar e o lugar fora das ideias: planejamento urbano no Brasil”. In: ARANTES, O. B. F.; VAINER, C. B.; MARICATO, E. **A cidade do pensamento único**. Desmanchando consensos. Petrópolis: Vozes, 2000. (Zero à Esquerda).

MASCARÓ, J. L. **Loteamentos urbanos**. Porto Alegre: Masquatro, 2003.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA); MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO (MPOG). **Projeto orla**. Fundamentos para gestão integrada. 74 f. Brasília: MPOG, 2002. Disponível em: [https://www.gov.br/economia/pt-br/arquivos/planejamento/arquivos-e-imagens/secretarias/arquivo/spu/publicacoes/081021\\_pub\\_projorla\\_fundamentos.pdf](https://www.gov.br/economia/pt-br/arquivos/planejamento/arquivos-e-imagens/secretarias/arquivo/spu/publicacoes/081021_pub_projorla_fundamentos.pdf). Acesso em: 10 set. 2021.

PLANO DIRETOR DO SISTEMA DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO DA REGIÃO METROPOLITANA DE BELÉM (PDSES); COMPANHIA DE SANEAMENTO DO PARÁ; UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ; GRUPO DE PESQUISA HIDRÁULICA E SANEAMENTO. **Estudo de alternativas de concepção do sistema de esgotamento sanitário das bacias hidrográficas urbanas da região metropolitana de Belém**. Relatório final: projeção demográfica para municípios, áreas de planejamento e bacias hidrográficas. 44 f. Belém: COSANPA; GPHS-UFPA, 2009. (CD-ROM). [Relatório técnico.]

PONTE, J. P. X.; RODRIGUES, R. M.; LEÃO, M. et al. “A Macrodrenagem da Bacia Hidrográfica da Estrada Nova, BELÉM-PA”. In: MARX, V.; COSTA, M. A. (orgs.) **Participação, conflitos e intervenções urbanas**: contribuições ao Habitat III. Porto Alegre: Editora da Ufrgs/Cegov, 2016. p. 74-98.

ROCHA, S. **Poverty in Brazil**. Concepts, Measures, Policies. Chisinau/Moldávia : Eliva Press, 2021.

SPIRN, A. W. **O jardim de granito**. A natureza no desenho da cidade. São Paulo: Edusp, 1995. (Ponta).

UNITED STATES GEOLOGY SERVICE (USGS). **Earth explorer**. Washington, DC : USGS, set. 2014. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov>. Acesso em: 10 jul. 2021. [Imagem SRTM, formato GeoTIF, 3616 x 3594 pp, banda 1, extensão 722 445.1629323625238612,9778610.8843110147863626:833929.9577607854735106,9 889417.397754972800612].

VALENCIO, N. F. L. S. “Da ‘área de risco’ ao abrigo temporário: uma análise dos conflitos subjacentes a uma territorialidade precária”. In: VALENCIO, N. F. L. S.; SIENA, M.; MARCHEZINI, V.; GONÇALVES, J. C. (orgs.). **Sociologia dos desastres** – construção, interfaces e perspectivas no Brasil. São Carlos/SP: RiMa Editora, 2009. p. 34-47.

VEYRET, Y. **Dicionário do meio ambiente**. São Paulo: SENAC, 2012.

# A DIMENSÃO AMBIENTAL DAS INFRAESTRUTURAS DE DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS DO RECIFE

o caso do Prometrópole

Fabiano Rocha Diniz

Tássia dos Anjos Tenório de Melo

Alice Caroline Rocha Acosta Lancellotti

Camilla Felipe de Barros

## Resumo

A precariedade e o risco nos assentamentos pobres das regiões metropolitanas brasileiras têm vínculo direto com o provimento do saneamento básico, notadamente da drenagem. Em tais regiões, a dimensão ambiental deveria ter papel central, para equilibrar as dinâmicas sociais e naturais. Este capítulo estuda a abordagem desta dimensão em intervenções de urbanização de favelas apoiadas pelo Plano de Aceleração do Crescimento (PAC), no Recife-PE. Sob a ótica conceitual e prática, na série de iniciativas de melhoria de condições sanitárias e ambientais, estuda-se o caso da urbanização de três Comunidades de Interesse Social (CIS) na bacia do rio Beberibe. Avalia-se como o emprego de medidas estruturais e não-estruturais incorpora novos paradigmas do saneamento urbano. Revela-se que a dimensão ambiental inspira, mas não orienta a urbanização de favelas, configurando uma transição paradigmática, a meio caminho entre as posturas higienistas e aquelas sensíveis à água.

**Fabiano Rocha Diniz** é docente na Universidade Federal de Pernambuco. **Tássia dos Anjos Tenório de Melo** é arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pernambuco. **Alice Caroline Rocha Acosta Lancellotti** é arquiteta e Urbanista pela Universidade Federal de Pernambuco. **Camilla Felipe de Barros** é graduanda em Arquitetura e Urbanismo na Universidade Federal de Pernambuco, bolsista PIBIC. Colaboradores: **Mariana da Costa Oliveira**, mestranda do MDU-UFPE; **Simone de Paula Silva**, doutoranda do PRODEMA-UFPE; **João Gabriel Evaristo Rios** e **Josefa das Graças Barbosa de Lima**, bolsistas BIA; **Yasmin Pereira de Albuquerque**, **Clara Möller da Boaviagem**, **Leticia Giselle Batista da Conceição** e **Juliana Vanessa Pires dos Santos Nobrega**, graduandas de Arquitetura e Urbanismo, UFPE.

A pesquisa que subsidia este capítulo foi apoiada pelo CNPq.

## INTRODUÇÃO

No processo de produção do espaço urbano, as assimetrias no acesso à água potável, ao esgotamento sanitário, à drenagem de águas superficiais e à coleta e destinação final dos resíduos sólidos, componentes do saneamento básico, incidem sobre a vulnerabilidade socioambiental das populações. Esta se vincula tanto ao estrato de rendimento das famílias, quanto à capacidade das organizações sociais de promover o ordenamento territorial e de oferecer as estruturas urbanas suficientes à consolidação de um habitat urbano de qualidade. A condição de precariedade e risco associada ao saneamento se faz mais relevante quando a vulnerabilidade se associa à suscetibilidade do sítio onde os assentamentos humanos se instalam, dadas as suas características geofísicas (solo, relevo) e climáticas (clima e pluviometria).

Trata-se de uma questão multifacetada, influenciada por diversas condicionantes, de ordem físico-ambiental, socioeconômica, política, cultural e institucional. O quadro de complexidade e interdependência entre esses elementos tende a influenciar a formulação e a aplicação de ações e/ou intervenções componentes das políticas públicas de gestão do setor de águas, em especial aquelas abrangidas pelo subsetor do saneamento básico. Neste último, interessa a este trabalho o elemento da drenagem urbana, comumente relegado a um plano secundário de atenção.

O presente capítulo traz reflexões acerca desse quadro, tratado pela rede de pesquisa “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas”, desenvolvida em nível nacional pelo INCT Rede Observatório das Metrópoles. As contribuições aqui consolidadas se voltam à investigação do quadro de inter-relação entre águas, cidades e sociedades.

Na perspectiva comparativa da pesquisa nacional, onde se cotejam distintas realidades das metrópoles brasileiras, a pesquisa que baseia este trabalho buscou apoiar uma compreensão mais ampla das questões relativas à inserção da dimensão ambiental<sup>1</sup> no desenvolvimento de projetos e obras de urbanização de favelas componentes das políticas públicas apoiadas pelo PAC, abordando duas dimensões complementares: **Conceitual**: que estabelece as referências à compreensão dos fenômenos estudados e que orienta os procedimentos para intervir sobre uma dada realidade, fator que influencia o desenvolvimento e

---

1. Entende-se essa dimensão ambiental como o conjunto de componentes e dinâmicas espaciais na interação entre o meio físico, o ambiente construído, as organizações sociais e a biota.

implementação de normas e projetos; e **Prática**: orientada pela dimensão anterior, que aplica soluções técnicas e/ou improvisadas (implantadas pelos moradores) para a transformação da realidade enfrentada, consolidadas tanto no âmbito das diretrizes normativas, quanto nas medidas técnicas (planos, projetos e obras) a serem adotadas.

A cidade do Recife, sede da Região Metropolitana do Recife (RMR), é um caso adequado para se desenvolver estudos comparativos sobre a correlação entre a dimensão ambiental e a condução das políticas públicas de urbanização de favelas. Trata-se do 16º *hotspot* mundial em termos de vulnerabilidade às mudanças climáticas (UN-IPCC, 2013), dada a precariedade dos serviços hidrológicos, vistas as insuficiências existentes, que podem ser agravadas pelas ações humanas e mudanças climáticas: recursos hídricos, poluição de fontes de abastecimento e riscos de desastres. Isso torna o enfrentamento das questões ligadas a este quadro especialmente relevante.

No território do Recife e da RMR predomina um padrão de ocupação característico da cidade precária. Fruto do processo desigual de produção do espaço urbano, a precariedade das ocupações é associada ao morfotipo<sup>2</sup> das favelas, expresso na baixa qualidade do ambiente construído e natural, nas condições de moradia inadequadas, no elevado grau de exposição da população a riscos e desastres e no baixo nível de acesso e/ou fruição dos espaços, infraestruturas e serviços públicos urbanos em geral.

As constantes históricas do processo de configuração espacial desse território expõem os conflitos entre urbanização e preservação ambiental, os movimentos de acumulação fundiária e imobiliária, e as assimetrias do acesso à infraestrutura urbana e à moradia. Os reflexos desses problemas são sentidos sobretudo pelas populações mais vulneráveis, que ocupam áreas com condições insuficientes de salubridade e mais suscetíveis a situações de risco (ROCHA *et al.*, 2021). Num viés demográfico, em 2010, na RMR, 3/4 da população economicamente ativa recebiam menos do que um salário mínimo e quase 40% das famílias viviam abaixo da linha da pobreza (IBGE, 2010). Em 2014, 1/3 do território do Recife era ocupado por assentamentos pobres e precários, habitado por mais de 825 mil habitantes, ou 53% da população total (RECIFE, 2014).

---

2. Emprega-se este termo, em vez de morfologia, para destacar o aspecto das soluções construtivas, em sentido amplo, que caracterizam o padrão de ocupação das favelas, incluindo as tipologias das edificações, as células urbanas (quadra, lote) e os espaços livres, componentes das suas estruturas físicas.

A cidade, sua região metropolitana e o estado têm um rico histórico de desenvolvimento de iniciativas, tanto no campo da promoção de políticas de regularização fundiária e urbanística de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS), quanto no planejamento, implantação e gestão integrada de sistemas e serviços de saneamento básico. Essas experiências, que têm abrangência metropolitana e ultrapassam os limites do Recife, voltam-se a promover e ampliar o acesso à infraestrutura sanitária, a reformular os padrões de gestão dos serviços e a implantar um modelo de saneamento integrado (SOUZA, 2019, p. 86-87).

O Atlas das Infraestruturas Públicas das Comunidades de Interesse Social (CIS) do Recife, apresentado pela Prefeitura da Cidade do Recife em 2014, se interessa pela distribuição de infraestruturas de saneamento e sua condição nos assentamentos precários<sup>3</sup> da cidade, e põe em relevo o triplo desafio que a melhoria das condições das infraestruturas urbanas desses assentamentos representa para o poder público: **Quantitativo:** dada a área que as favelas, conceituadas como CIS, ocupam no território do Recife, totalizando 45,13 km<sup>2</sup> ou 20,3% do território municipal (221,2 km<sup>2</sup>) e 31,3% do seu território urbanizado; **Qualitativo:** frente à diversidade das condições de precariedade em que se apresenta o sistema de saneamento básico nesses assentamentos e à necessidade de se adotar posturas e medidas distintas conforme as situações enfrentadas; e **Político:** visto que nas ZEIS, CIS ou favelas da cidade se concentra a maior parcela da população total do município, “desfazendo [...] o preconceito segundo o qual essas comunidades seriam excepcionais no Recife” (RECIFE, op. cit., 2014, p. 64).

Desde que a universalização da cobertura de serviços de saneamento básico é uma das chaves para se reduzir as assimetrias socioespaciais, compreender como se estabelece a articulação entre as duas dimensões de análise pode facilitar o estudo da repercussão da componente ambiental na formulação e implantação de soluções de saneamento na urbanização de favelas do Recife e da RMR. Uma das guias dessa análise é a emergência de novas abordagens que se diferenciam do paradigma predominante, de natureza higienista, baseado na “domesticação” das águas e na “condutividade” (ou transferência do problema), que caracteriza a postura técnica tradicional ou convencional. O novo paradigma em vias de difusão e aplicação, por sua vez, volta-se à convivência

---

3. Classificados pelo IPEA como “território segregado, caracterizado pelas dificuldades de acesso a serviços, oportunidades e equipamentos essenciais, com população em moradias inadequadas e expostas a riscos sociais e ambientais” (2021, p. 25).

com as águas e adota uma perspectiva de ordenamento territorial sensível às águas aproximando as políticas de planejamento territorial urbano e de gestão do saneamento básico (DINIZ *et al.*, 2020).

Para traçar esse panorama e analisar a inserção da dimensão ambiental nas referências de ordem conceitual usada nos planos e projetos, e na execução prática das obras e outras intervenções para urbanização de favelas da RMR, lança-se mão de recortes básicos: **Temático**: focando o saneamento e a melhoria das condições de habitabilidade e de desenvolvimento comunitário em comunidades pobres; **Territorial**: a bacia do rio Beberibe e a cidade do Recife-PE; e de **Políticas públicas**: tendo a experiência do Programa de Infraestrutura em Áreas de Baixa Renda da RMR (Prometrópole, de 2003) como ação temática e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) como elemento viabilizador de parte das intervenções.

O trabalho se estrutura em quatro partes, além desta introdução. Nas três seções que se seguem são apresentadas: as referências conceituais que norteiam o recorte temático; uma breve caracterização dos conflitos relacionados ao tema na cidade do Recife e apresentação da bacia do rio Beberibe, conforme o recorte territorial; e, no âmbito do recorte de políticas públicas, uma análise das experiências do Prometrópole no Recife. Por fim, as conclusões destacam os aprendizados que os casos analisados revelam e apontam novos rumos possíveis para a gestão do saneamento em favelas.

## **DIMENSÃO AMBIENTAL NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS: Quais guias conceituais adotar?**

As problemáticas associadas à precariedade das condições de habitabilidade nas regiões metropolitanas do país têm como raiz aspectos que vão além das limitações impostas pelos sistemas naturais e suas dinâmicas. Moss (2008) aponta que as razões das dificuldades das metrópoles em atender as demandas por recursos naturais e em financiar a modernização e ampliação das infraestruturas, como as de saneamento, não estão na tecnologia, mas nas estruturas de gestão.

Compreendida a resiliência como a capacidade das sociedades e estruturas urbanas de reagir e recuperar-se de acidentes e desastres, as boas práticas em curso em outros países (ROBERTS *et al.*, 2018) demonstram que introduzir os

meios e as práticas que a tornem realidade obriga que as estruturas de planejamento-gestão adaptem-se e incorporem novos paradigmas de ação que não as de controle ou condutividade (barragens, canalizações etc.), ou de reação aos efeitos de eventos climáticos extremos como chuvas e inundações (remoção de moradias, construção de muros de arrimo etc.). Deve-se aliar esforços de campos disciplinares diversos, abrangendo conhecimentos do comportamento das dinâmicas hidrológicas em meio urbano e das condições urbanísticas (e paisagísticas) consolidadas nas bacias hidrográficas estudadas.

Uma chave para compreender como esses aspectos se interconectam é o conflito conceitual da relação entre cidade e natureza (BOURDEAU-LEPAGE, *op. cit.*, 2016). Para apoiar a abordagem dessa questão, a pesquisa lançou mão de linhas teórico-conceituais complementares. Uma delas é a ecologia urbana, ou o “estudo das interações entre organismos, estruturas construídas e o meio ambiente natural, onde pessoas estão agregadas dentro da cidade” (FORMAM, 2014, p. 312). Nela, coteja-se aspectos físicos (ambiente natural e antropizado) e dinâmicas sociais e ambientais (economia, mobilidade e gestão; biota, águas e clima), para orientar o desenvolvimento num patamar de sustentabilidade ecossistêmica, econômica e social, válido para entender como a dimensão ambiental é aplicada, conceitual e empiricamente, na urbanização de favelas.

Outra linha de abordagem, a ecologia política crítica, trata das relações de poder que estão na base das relações entre natureza e sociedade (LINTON, 2010). Dentre as questões tratadas, destacam-se a compreensão da complexidade representada pela gestão integrada das águas urbanas, bem como a crítica aos limites e incoerências dos paradigmas sócio-técnicos em vigor (MOSS, *op. cit.*, 2008). Desse debate emerge o conceito de territórios hidrossociais, ou a “materialização imaginária e socioambiental de uma rede multi-escalar espacialmente interligada em que os seres humanos, os fluxos de água, as relações ecológicas, a as redes de infraestrutura hidráulica, os meios financeiros, os arranjos jurídico-administrativos e as instituições e práticas culturais são definidos, alinhados e mobilizados [como] híbridos que simultaneamente incorporam o natural e o social; o biofísico e o cultural; o hidrológico e o hidráulico; o material e o político” (BOELEN *et al.*, 2016; apud INCT OBSERVATÓRIO, 2017, p. 4).

A lógica de conservação traz a perspectiva abrangente, e fluida, do desenvolvimento urbano sustentável, noção vista por Brodach *et al.* (2005) como fruto da capacidade de se equilibrar as relações entre o sistema urbano e os

ambientes humano e natural. Frente às rápidas alterações no ambiente urbano, construir condições de resiliência exige relacionar elementos de ordem física (condições do sítio, eventos climáticos e sua imprevisibilidade) e social (dinâmicas socioeconômicas, exposição a riscos, sistemas de planejamento e gestão e distribuição de infraestruturas e serviços urbanos). Já Pincetl (2005) destaca o ideal que guia os princípios que definem a forma e a densidade urbana: a melhoria da qualidade de vida dos cidadãos, frente ao crescimento das cidades, de suas populações e de suas demandas de consumo provoca mudanças que impactam a “saúde dos ecossistemas ecológicos” constituintes do quadro físico dessas cidades.

É preciso conhecer bem a cidade, construí-la e controlá-la para melhorá-la paulatinamente (formal e operacionalmente), preservando a qualidade de vida de seus habitantes. Assim, os aspectos do provimento-acesso ao saneamento básico são foco de interesse. A cidade sustentável seria um ecossistema equilibrado cujos aspectos estruturais (os elementos físicos e suas inter-relações) responderiam à altura da evolução das necessidades funcionais (atividades, fluxos e processos de decisão), suas crises e transformações. Num contexto de mudanças climáticas, com eventos extremos, acidentes e desastres mais frequentes, a cidade resiliente seria aquela em que esses elementos se conjugariam de modo a permitir resistir, reagir e se recuperar dos impactos e perdas (materiais e humanas).

Nesse aspecto, incide o conceito de *Water Sensitive Urbanism* (Urbanismo Sensível à Água, UrSA) definido pela *National Water Initiative* (Plano Nacional de Águas) da Austrália como “a integração do planejamento urbano com a gestão, proteção e conservação do ciclo urbano da água, garantindo que a gestão da água urbana seja sensível aos processos hidrológicos e ecológicos naturais” (COAG, 2004, p. 30). A abordagem do UrSA interessa à pesquisa e conduz suas análises, pois defende a convivência sociedade urbana-águas e a exploração de todo o potencial dessas para o recreio, abastecimento, irrigação, paisagismo, preservação de ecossistemas frágeis etc.

Ela agrega aspectos de várias outras abordagens contemporâneas como o *Low-impact Development* (LID), os *Sustainable Drainage Systems* (SuDS) e as *Blue-green Infrastructures* (BGI). Todas têm objetivos e abrangência similares, com soluções de replicação e/ou mimese de dinâmicas naturais, recuperação dessas dinâmicas, recuperação de impactos e de ecossistemas, redução e tratamento de poluição-contaminação etc., mas muitas vezes restritas à escala micro local.

Além desses aspectos, a gestão do UrSA funda-se na participação social na elaboração de projetos e no controle social, em sua implantação e manutenção. Associa ainda o controle das águas na origem, a replicação de dinâmicas naturais, a orientação das intervenções segundo diretrizes de ordenamento territorial etc. Em suma, trata-se de um exercício de conciliação entre a cidade e suas águas, ideário cuja essência dirige a busca levada adiante pela pesquisa. Ele delimita a noção de adequação sociotécnica dos sistemas, redes e infraestruturas de saneamento básico referente à capacidade destes em responder ao desafio de universalizar o acesso a serviços desse setor e de transformar as realidades sobre as quais incidem, a melhoria da qualidade de vida *lato sensu*, segundo paradigmas alinhados com uma reconciliação entre águas e cidades.

## **RECIFE, CIDADE AQUÁTICA E EPÍFITA: Conflitos entre o ordenamento territorial e a gestão do saneamento em favelas**

Não é à toa que o Recife é conhecido como uma cidade aquática, descrita por Waldemar de Oliveira como uma “cidade anfíbia”, onde “o que não é água, foi água, ou será água” (OLIVEIRA, 1942). Na planície costeira, que Oliveira via como a *Orchestra* de um imenso anfiteatro natural, com terras baixas e mais suscetíveis às dinâmicas fluviais e marítimas, a convivência com as águas é mais conflituosa. Nos morros, que constituem o *Koilon* do anfiteatro recifense, a relação entre as águas, a cidade e a sociedade (que transformou e reconfigurou o espaço antes ocupado por essas águas) também não se dá pacificamente.

No Recife, 40% de seu território são constituídos por morros (90km<sup>2</sup>, 33km<sup>2</sup> deles ocupados) e abrigam uma população de quase 450.000 pessoas (35% da população total, em 2003), exposta a riscos altos de escorregamento de terras em 12% dessa área, e a risco mediano em 40%. Ali, entre 1991-2000, concentrou-se o crescimento populacional da cidade, quase 60% do total (DINIZ, 2010-a). Em 2003, havia cerca de 10.000 pontos de risco no Recife. No conjunto da RMR, quase 44% da população residiam em morros, representando cerca de 20% da população estadual. Ali se consolidou uma cidade “epífita”, pendurada sobre encostas frágeis em que o manejo de águas superficiais se dá de modo improvisado e inadequado (DINIZ, 2010-b).

Menos de 46% dos domicílios do Recife são atendidos pelo sistema de saneamento básico, potencializando o risco de propagação de doenças de veiculação

hídrica. Esse é um problema histórico. Oliveira (2008, p. 116) expõe a relação entre a gestão de águas e as condições de saúde pública nas cidades do país, associando à água seis das “sete pragas do Recife”: falta d’água, dengue, filariose, malária, doenças de pele e distúrbios gastrointestinais. A pobreza é uma variável transversal, que se relaciona com as demais mazelas, contribuindo fortemente para uma maior vulnerabilidade da população urbana (DINIZ, op. cit. 2010-b).

As iniciativas públicas para o planejamento e gestão dos sistemas de saneamento da cidade do Recife, como meio de enfrentar essas “pragas”, remontam ao início do século XX (1909), com a criação da Comissão de Saneamento pelo governo estadual. Chefiados pelo engenheiro sanitário Saturnino de Brito, os trabalhos dessa comissão serviram à estruturação do Sistema de Esgotamento Sanitário (SES) da cidade, entre 1910-1918 e 1940. Desde então, o SES do Recife foi reformado e expandido apenas na década de 1960. Mais recentemente, está sendo reestruturado e modernizado pela Parceria Público Privada “Cidade Saneada”<sup>4</sup> (BRK, 2021).

No período de interstício entre essas iniciativas de maior impacto sobre a organização desses sistemas, um conjunto de planos e projetos foi implementado, incorporando ações voltadas ao Recife e à RMR (SOUZA, 2019, op. cit., p. 86-87). Dentre eles, destaca-se o Programa de Infraestrutura em Áreas de Baixa Renda da RMR (Prometrópole, PERNAMBUCO, 2003), que visava promover e ampliar o acesso à infraestrutura sanitária. Apesar dos esforços, os índices de cobertura das redes e dos serviços de saneamento básico (em especial de esgotamento sanitário) seguem aquém do desejado. Segundo o Censo Demográfico de 2010 (IBGE, 2010), apenas um de cada dois dos domicílios particulares permanentes do Recife possui esgotamento sanitário via rede geral de esgoto ou pluvial (55%). Nos assentamentos precários da cidade, esses índices revelam uma situação mais crítica.

Na raiz desses descompassos, e dos conflitos a eles relacionados, há questões como a inadequação de diretrizes urbanísticas para o uso-ocupação do solo urbano e de soluções técnicas dos sistemas de saneamento básico. Os reflexos desses problemas são sentidos sobretudo pelas populações mais vulneráveis, que ocupam áreas mais suscetíveis a riscos de acidentes. Os padrões

---

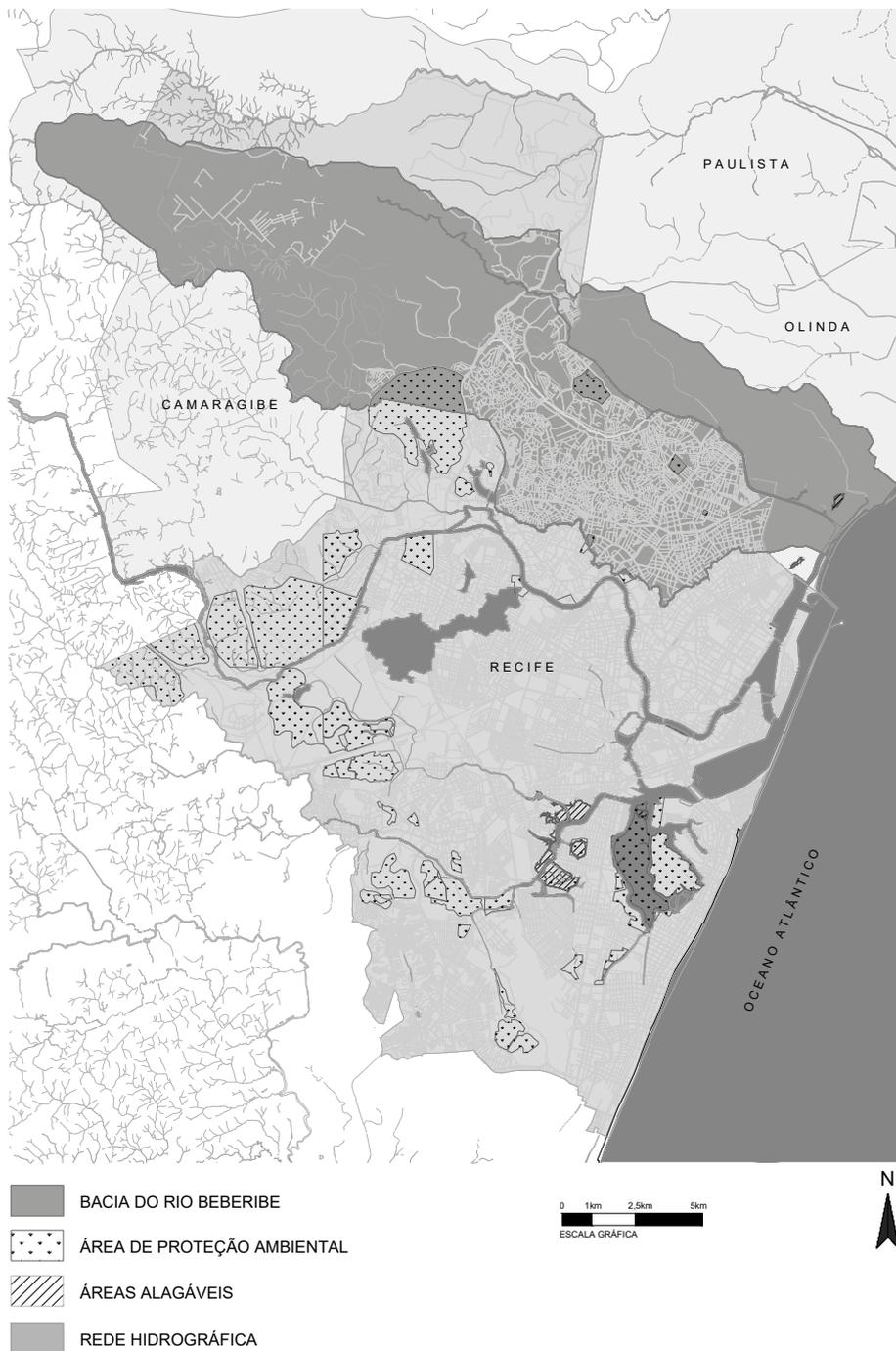
4. Iniciada em 2013, a PPP visa ampliar e melhorar o sistema de saneamento dos 15 municípios da RMR, com a meta de atingir um índice de cobertura de 53% em 2025. Hoje é operada pela BRK-Ambiental.

morfológicos dessas áreas consolidam condições de insalubridade, com vias estreitas e sem insolação, casas pequenas e sem janelas, alta densidade construtiva e populacional, tipos construtivos caracterizados pelo uso de materiais frágeis, etc. Isto dá aos conflitos águas-cidades no Recife um caráter socioambiental que vincula pobreza, precariedade do habitat e risco.

Numa área em particular se concentra a maior parte da população mais vulnerável social, econômica e ambientalmente: a bacia hidrográfica do rio Beberibe, cuja superfície de drenagem abarca porções de quatro municípios: Recife, Olinda, Paulista e Camaragibe (**Figura 1**). Com 81 km<sup>2</sup> de superfície, esta bacia compõe o conjunto de pequenos rios litorâneos de Pernambuco e se insere totalmente nos limites da RMR. Um alto percentual da população das cidades abrangidas pela bacia está ali abrigado: 25% da população de Camaragibe (28.000 hab.); 35% da de Olinda (122.000 hab.); e 30% da do Recife (400.000 hab.).

Assim como os territórios metropolitanos, a bacia do Beberibe pode ser compreendida como um território hidrossocial e analisada sob esta perspectiva. O processo de territorialização desse espaço urbano, de cuja produção participam atores diversos que ora colaboram, ora competem no seu ordenamento, configurou um território representativo da RMR. A fronteira entre o Recife e Olinda, representativa da precariedade e do risco socioambiental da RMR, foi definida como prioritária pelo Projeto de Qualidade das Águas e Controle da Poluição Hídrica das bacias dos rios Beberibe, Capibaribe e Jaboatão (PQA-PE, PERNAMBUCO, 1997), que preconizava a implantação de melhorias das condições sanitárias e ambientais, essenciais para a promoção da qualidade das águas e do controle da poluição hídrica nessa bacia.

O Prometrópole visava atender aos objetivos do PQA-PE, de “promover a melhoria das condições de habitabilidade e de desenvolvimento comunitário [das] comunidades pobres [...] inseridas na área da bacia do Beberibe”, reduzir a pobreza e melhorar a qualidade ambiental (PERNAMBUCO, 2003). Sua concepção e execução também obedeceu a preceitos do PQA-PE: tinha como princípios condutores o gradualismo e a integralidade e universalização da cobertura; abrangia ações de distintas naturezas, a proteção e recuperação dos recursos hídricos, o restabelecimento da qualidade ambiental, a promoção da educação (de técnicos e usuários) e o fortalecimento das capacidades institucionais; e tinha como eixos temáticos as questões socioeconômicas, ambientais e sociopolíticas (participativas).



**Figura 1.** Mapa do Recife e fronteiras com municípios vizinhos, destacando a bacia do rio Beberibe.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

## PROMETRÓPOLE E PAC-UAP: Novos rumos para a gestão do saneamento em favelas?

### O Programa Prometrópole

O Prometrópole trazia inovações, especialmente na estrutura e na dinâmica de processos de planejamento e gestão. Tratando-se de uma bacia que drena áreas de vários municípios, o programa atuava na perspectiva da gestão do interesse comum, articulando organismos públicos de distintos níveis federativos (metropolitano e local), além de autarquias concessionárias de serviços de saneamento. Também envolvia as comunidades no processo de planejamento, implantação, controle e manutenção das infraestruturas para a urbanização dessas áreas, numa lógica de gestão participativa.

O Programa é concebido e se desenvolve sobre três princípios norteadores: um **modelo de gestão compartilhada**, em termos de escala territorial da abrangência do Programa, envolvendo dois municípios metropolitanos inseridos na bacia do Beberibe; um **ênfase em que se articulam medidas distintas e complementares**, de natureza estrutural (obras completas de urbanização) e não-estrutural (aspectos institucionais, educacionais, de pesquisa, inovação e desenvolvimento); e, a **inversão de prioridades**, abandonando a priorização de ações pontuais e monosetoriais no campo do saneamento em áreas já dotadas de infraestruturas e serviços, e assumindo uma abordagem integrativa e inclusiva, atendendo a demandas de territórios e populações mais vulneráveis.

Influenciado pelo marco normativo da Lei das Águas (BRASIL, op. cit., 1997), o Prometrópole trazia em si o conceito de saneamento ambiental e a noção do saneamento integrado como base para o planejamento e gestão do espaço urbano, e implantou, no nível estadual e metropolitano, essas novas bases conceituais, técnicas e políticas. Entretanto, seus objetivos têm uma abrangência limitada, já que suas três linhas de atuação não abarcam a dimensão ambiental: o fortalecimento institucional dos agentes envolvidos; a implementação de ações integradas de infraestrutura nos assentamentos de baixa renda (com foco na urbanização das áreas precárias); e, o desenvolvimento de infraestrutura metropolitana complementar, para o funcionamento daquelas em nível local e micro local (estações de tratamento de esgoto, aterros sanitários, equipamentos sociais etc.).

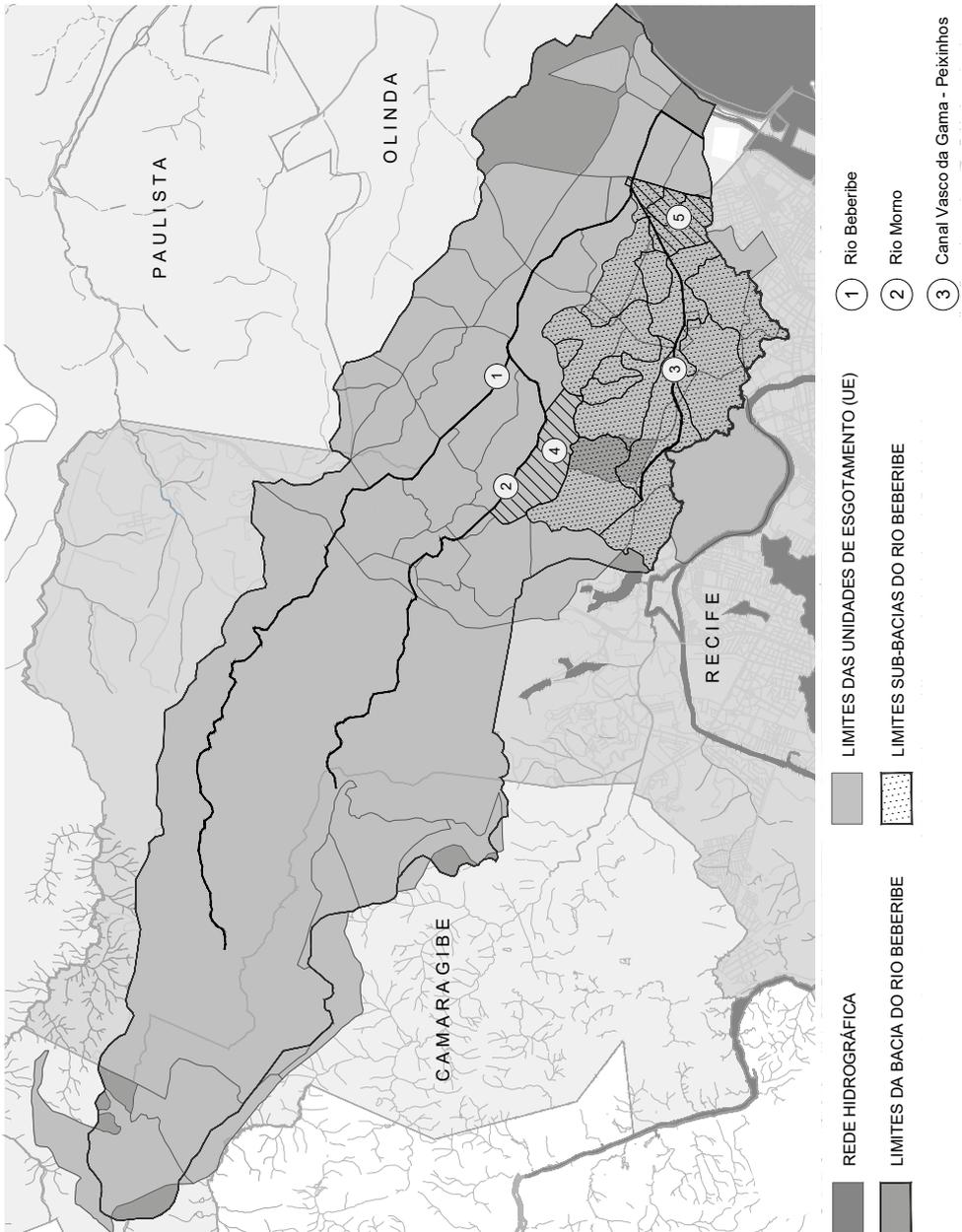
Para a operacionalização de suas intervenções, o Prometrópole definiu 13 sub-bacias de drenagem como unidades de intervenção básica, contemplando os rios Beberibe e Morno, além do canal Vasco da Gama-Peixinhos (**Figura 2**). As intervenções de urbanização do Programa foram divididas em duas fases consecutivas, sendo a primeira definida pela urbanização integrada de duas Unidades de Esgotamento (UE, unidade territorial de gestão baseada na lógica da bacia hidrográfica ou de drenagem) que serviriam como projeto-piloto: a UE-17 Passarinho, em Olinda e a UE-23 Campo Grande, no Recife. A escolha das Áreas Piloto, destacadas na **Figura 2**, garantiriam uma maior amplitude territorial por se localizarem, respectivamente, em uma planície às margens do rio Beberibe e em uma área de morro (GONDIM, 2019), além de permitir protagonismo aos municípios na gestão local, sendo estes responsáveis pelas ações nas demais UE que não as áreas pilotos, sem renunciar às prerrogativas da gestão estadual, responsável pela gestão coordenada do interesse comum na Bacia do Beberibe (DINIZ, op. cit., 2010-b).

Na estrutura organizacional e arranjos institucionais para implementação das intervenções no Recife no âmbito do Prometrópole, as questões relativas ao saneamento básico são enfrentadas em três frentes complementares e interdependentes: no **nível micro local**, das UE e dos assentamentos precários, se identificam, discutem e encaminham soluções a problemas como fontes de poluição das águas, ausência de sistemas de saneamento e infraestruturas associadas (pavimentação e drenagem), densidade ocupacional excessiva e insalubridade dos domicílios, situações de risco socioambiental nas margens dos cursos d'água, ausência de equipamentos e serviços públicos essenciais (educação, saúde, lazer, segurança); no **nível local**, onde se enfrentam questões como a reduzida capacidade técnico-gerencial das equipes municipais para o planejamento e gestão da urbanização de favelas e o estabelecimento de sistêmicas participativas; e no **nível metropolitano**, com repercussões sobre a gestão do interesse comum na bacia do Beberibe, articulando: a execução das ações nas UE, a gestão do sistema de informação e o acompanhamento da execução do plano de ações global.

Para o presente estudo interessa focar sobre o nível micro local, escala mais próxima das questões afeitas à urbanização de favelas e da dimensão ambiental a ela associada, e é adotada para análise a Área Piloto da UE-23, correspondente ao bairro de Campo Grande em Recife, e que abrigava,

**Figura 2.** Mapa com a delimitação da bacia do rio Beberibe e de suas Unidades de Esgotamento (UE).

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.



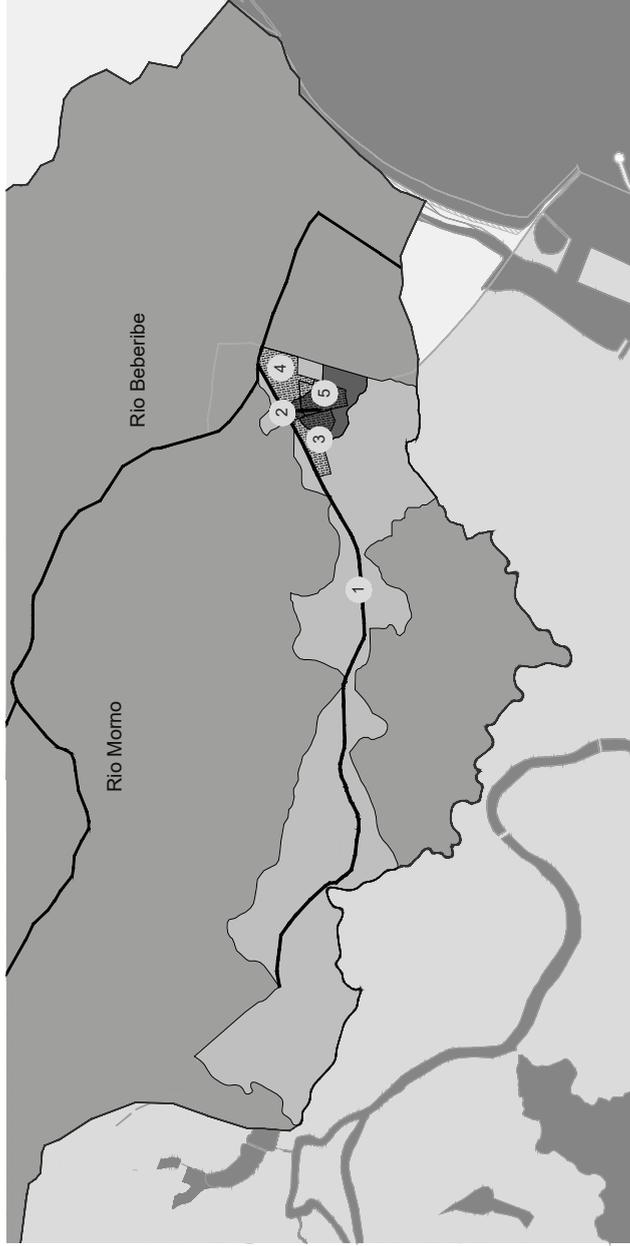
em 2003, cerca de 10.270 pessoas em um território de 99,54 ha. No caso específico das ações de urbanização da UE-23 a investigação delimitou como recorte territorial de menor escala uma sub-bacia inscrita na bacia do rio Beberibe que abriga a ZEIS Campo Grande e três CIS: Saramandaia, Capilé e Vila da Prata, inseridas na bacia do canal Farias Neves, tributário do canal Vasco da Gama-Peixinhos, afluente do Beberibe (**Figura 3**). As CIS analisadas se prestam ao interesse da pesquisa, pois representam algumas das comunidades pobres do Recife onde se concentram os problemas a serem abordados, configurando-se como áreas de precariedade do habitat e de exposição de seus habitantes a risco sobre as quais o programa pretendia intervir (**Figuras 4, 5 e 6**).

Nessas CIS o acesso ao abastecimento d'água e ao esgotamento sanitário são qualificados respectivamente nos níveis de precariedade entre moderada e alta, e entre muito alta e extrema. Apenas Vila da Prata se inscreve na Classe 1, de assentamentos mais consolidados (com menor percentual de área acrescida entre 1998-2014), enquanto Saramandaia e Capilé são inscritas na Classe 2 (entre 10-45% de área acrescida no período). Todas apresentam Índice de Precariedade alto, superior a 4,1 (RECIFE, op. cit., 2014, p. 77).

No que tange ao padrão morfológico, no período precedente à urbanização das CIS predominava o morfotipo favela: traçado viário irregular e dimensões exíguas das vias; quadras de proporções igualmente irregulares e variáveis; lotes de dimensões pequenas e variáveis, muitas vezes sem distinção de limites (cercas ou muros) entre eles; edificações com áreas pequenas, ocupando muitas vezes toda a superfície do lote, muitas sem afastamentos (laterais e/ou frontais) e construídas com materiais de baixa qualidade; inexistência de espaços públicos livres e/ou verdes; e, carência de equipamentos e serviços públicos (escolas, postos de saúde, centros de lazer etc.). O registro das condições de ocupação da CIS Saramandaia, em 2007, é representativo dessa caracterização genérica (**Figura 7**).

**Figura 3. Mapa de delimitação do canal Farias Neves e da CIS Saramandaia, Capilé e Vila da Prata.**

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.



**REDE HIDROGRÁFICA**

— LIMITES DA BACIA DO RIO BEBERIBE

▒ LIMITES DA SUB-BACIA VASCO DA GAMA - PEIXINHOS

▒ LIMITES DA SUB-BACIA FARIAS NEVES

▒ LIMITES DAS COMUNIDADES DE INTERESSE SOCIAL (CIS)

① Canal Vasco da Gama - Peixinhos

② Canal Farias Neves

③ CIS Capilé

④ CIS Saramandaia

⑤ CIS Vila da Prata

LIMITES



**Figura 4.** Registro fotográfico da CIS Capilé desde Chão de Estrelas, em 2007.

**Figura 5.** Registro fotográfico da CIS Saramandaia desde Chão de Estrelas, em 2007.

**Figura 6.** Registro fotográfico da CIS Capilé com obras do canal interrompidas, em 2007.

Fonte: Fabiano Diniz, 2007.



**Figura 7.** CIS Saramandaia em 2007, antes das intervenções do Prometrópole e PAC-UAP.

Fonte: Diana Bautista, 2015.

Do ponto de vista dos sistemas de saneamento básico, a condição da ocupação também se dava de modo precário: as ligações domésticas para abastecimento de água eram irregulares, improvisadas ou inexistentes; o esgotamento sanitário se fazia sobretudo com o lançamento de águas servidas nas vias ou nos cursos d'água vizinhos (os canais Vasco da Gama-Peixinho e Farias Neves); a macrodrenagem superficial se dava por vias não pavimentadas e em nível por vezes abaixo das cotas de alagamento, tendo os elementos mais notáveis (os canais citados) calhas estreitas e leito assoreado; e, a coleta e o destino final do lixo se apresentavam tanto como uma oportunidade de geração de renda de parte dos moradores que viviam da coleta e triagem de material reciclado, quanto como um problema, representado pelo descarte de resíduos sólidos nos cursos d'água. As demais infraestruturas e serviços urbanos, como a de abastecimento de energia elétrica e de iluminação pública não eram fornecidos de modo regular, os moradores por vezes lançavam mão de ligações clandestinas e instalações improvisadas.

Assim, além da precariedade, a seleção do recorte territorial deve-se a três aspectos: a diversidade dos padrões morfológicos dos assentamentos, com vários níveis de densidade ocupacional, padrão construtivo horizontal e presença de espaços lineares (livres e verdes); a presença de soluções de

provimento de saneamento igualmente diversas; e, finalmente, o fato das obras terem sido realizadas no bojo de ações financiadas pelo PAC, programa estudado em outros vieses da pesquisa nacional desenvolvida pelo INCT Observatório das Metrópoles.

## O PAC e sua intervenção sobre a operação do Prometrópole

Para as ações do Prometrópole aportou-se um montante inicial de U\$ 120,30 milhões, sendo 38% oriundos do financiamento do Banco Internacional para Reconstrução e Desenvolvimento (BIRD) e o restante das contrapartidas dos governos estadual e municipais: 40% do Estado de Pernambuco, 13% da Cidade do Recife e 9% do Município de Olinda (MARANHÃO, 2011). Com o impacto da crise cambial de 2008 e a queda abrupta do valor do Dólar americano frente à moeda brasileira, o Programa sofreu um severo descompasso entre os valores planejados e os então disponíveis, com uma redução estimada em 25%, entre julho de 2008 e outubro de 2009. Dessa forma, os governos estadual e locais viram-se obrigados a aportar expressivos valores suplementares de contrapartida, o que levou a um replanejamento das ações previstas em escopo (detalhamento dos componentes) e valores (ajustes após a crise cambial).

Tal conjuntura causou um atraso na execução do Prometrópole, com maior lentidão na execução das obras programadas e, eventualmente, a paralisação de algumas ações. Foi necessário buscar recursos complementares para execução das intervenções de urbanização. O lançamento do PAC pelo Governo Federal, em 2008, ofereceria ao Prometrópole a oportunidade de aporte de recursos para sua execução. Para tanto, articularam-se as ações do Programa e as do PAC, investindo prioritariamente em intervenções voltadas para o campo do saneamento e da habitação nos municípios do Recife e de Olinda (GONDIM, 2019).

O Prometrópole recebeu recursos do PAC na modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), num montante de R\$ 160,71 milhões, priorizando intervenções de cunho físico (obras) nas UEs de Recife e Olinda, em dois eixos (GONDIM, op. cit., 2019): Saneamento integrado, associando obras para implantação de infraestruturas de saneamento básico, controle de riscos e recuperação ambiental, etc.; e Urbanização de assentamentos precários, com intervenções de melhoria e/ou produção de moradias, implantação

de infraestruturas de pavimentação e drenagem, dotação de equipamentos públicos comunitários etc.

As primeiras intervenções realizadas com recursos oriundos do PAC-UAP no Recife foram aquelas previstas para a urbanização da bacia do rio Beberibe, considerando dentre as ações do Prometrópole inscritas no território do Recife aquelas que atendiam os assentamentos precários inscritos na UE-23, Campo Grande. A seleção dessa área como beneficiária do financiamento pelo PAC-UAP parece se orientar por três lógicas concorrentes: a primeira, associada ao enquadramento das áreas em questão tanto nos critérios do PAC-UAP quanto do Prometrópole; a segunda, referente à priorização anteriormente dada à área, segundo os critérios do programa estadual; e, a terceira, diz respeito ao nível de avanço dos estudos, projetos e mobilização comunitária já alcançado na UE-23.

Apenas após a conclusão da contratação do financiamento do PAC-UAP pela Prefeitura da Cidade do Recife as intervenções do Prometrópole foram retomadas. Como somente eram elegíveis gastos com obras de saneamento integrado e de urbanização dos assentamentos precários, o atendimento ao escopo de ações de natureza educativa, de mobilização social e de gestão participativa seguiram de modo menos efetivo, sob responsabilidade da esfera local. No jargão das políticas públicas de saneamento básico, pode-se afirmar que as ações estruturais, voltadas às intervenções físicas com projeto completo, se sobrepuseram às ações não-estruturais.

Se é certo que a operação do Prometrópole foi viabilizada pelo PAC-UAP, os documentos relativos a este último são conflitantes quanto à situação atual das obras e da aplicação de recursos a elas correspondentes. Mas, a urbanização das UEs apresenta avanços, com mais da metade das ações previstas tendo sido realizadas. O **Quadro 1** aponta os montantes aportados pelos entes federativos responsáveis pelas ações.

**Quadro 1. PAC-UAP como complementaridade do Prometrópole no Recife.**  
**Natureza das intervenções, investimentos e andamento das obras.**

Ente	Natureza da Intervenção - Projetos	Investimento (R\$)	Nº de Famílias (R\$ investidos / família)	Autorização da obra e Situação (%)
Município	Bacia do Beberibe UE 03, 04, 08, 17, 19, 20, 21	159.360.514,19 PPI FAVELAS	28.791 (53.350,08)	04/07/2008; Atrasada (57,21)
	Bacia do Beberibe II	119.526.950,6 FGTS/ PROMORADIA	14.910 (8.016,56)	14/02/2014; Normal (20,62)
Estado	UE 23	27.708.826,87 PPI FAVELAS	660 (41.983,07)	17/12/2008; Paralisada (43,62)
<b>TOTAL</b>		<b>306.596.291,66</b>	<b>44.361 (103.349,71)</b>	

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2020. Adaptado de Lancellotti, 2020.

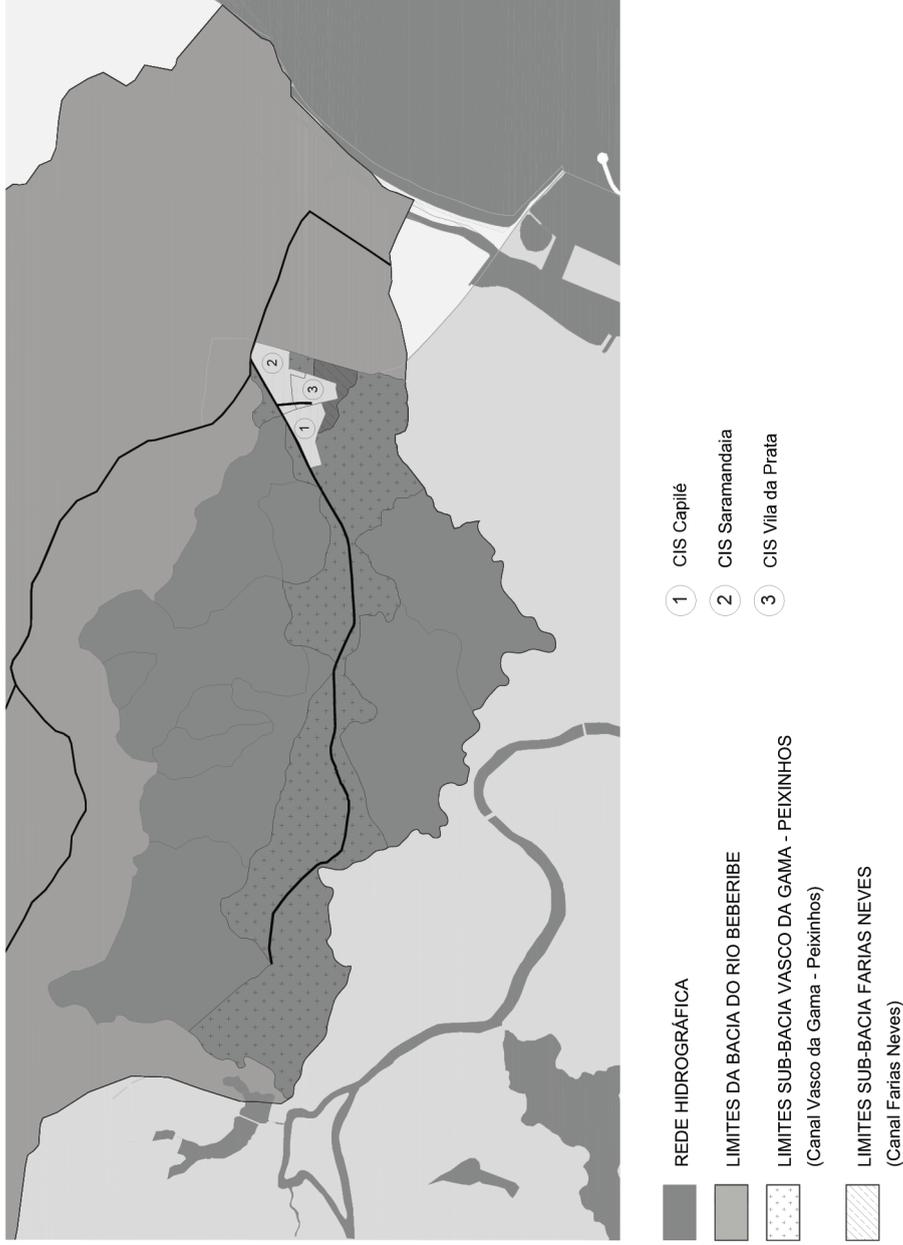
## Medidas estruturais do Prometrópole e a dimensão ambiental

A CIS Saramandaia foi objeto do desenvolvimento do Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife (PDDR), contratado à ABF Engenharia, Serviços e Comércio Ltda. pela Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB). As análises realizadas sobre essa CIS pelo PPDR ajudam a compreender como as medidas estruturais de saneamento básico adotadas em sua urbanização, notadamente as de macrodrenagem, abordam a dimensão ambiental.

Do ponto de vista de inserção territorial, a bacia do rio Beberibe é dividida em várias sub-bacias, sendo uma das principais a Sub-bacia Vasco da Gama-Peixinhos, a qual possui como curso d'água principal o canal de drenagem urbana de mesmo nome, que margeia a CIS Saramandaia na sua porção a jusante. Além disso, essa CIS também é margeada e está inserida na Sub-bacia Farias Neves, tendo como curso d'água principal o canal Faria Neves (**Figura 8**).

**Figura 8.** Mapa com a delimitação das sub-bacias componentes da bacia do rio Beberibe.

**Fonte:** Recife, 2016.  
Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2021.





**Figura 9.** CIS Saramandaia em 2014, após as intervenções do Prometrópole e PAC-UAP.

Fonte: Diana Bautista, 2015.

Em Saramandaia, a intervenção do Prometrópole envolveu uma área de intervenção de 10,73 ha, contemplando cerca de 550 domicílios (BAUTISTA, 2015). As obras de urbanização dessa CIS se deram entre os anos de 2003 e 2008, promovendo alterações marcantes nos padrões de ocupação, que podem ser cotejados comparando-se as **Figuras 7 e 9**.

É notável o contraste entre o padrão morfológico anterior e o que vem a ser implantado pelo Programa. Sobre o tecido urbano irregular, com quadras e lotes de difícil identificação, se implanta um plano de ocupação ortogonal, alinhado paralelamente ao canal Vasco da Gama-Peixinhos, ao Norte, e obliquamente ao canal Faria Neves, a Oeste. A incorporação de parte dos terrenos lindeiros, a Sudoeste, desapropriados, permitiu a realocação de unidades residenciais e a redução da densidade construtiva anterior, oferecendo um conjunto maior de espaços públicos livres e de lazer. Dentre eles, destacam-se o campo de futebol (que demandou alterações no projeto original) e o centro comunitário (o Espaço Esperança), local de várias das reuniões de planejamento participativo do Prometrópole na ZEIS Campo Grande.

As tipologias construtivas unifamiliares térreas e precárias, predominantes anteriormente, cedem espaço a conjuntos habitacionais que conjugam unidades residenciais unifamiliares de dois pavimentos (térreo e piso superior), em



**Figura 10.** Trecho a montante do canal Vasco da Gama-Peixinhos, após obras do Prometrópole e PAC-UAP. **Figura 11.** Trecho a jusante do canal Vasco da Gama-Peixinhos, após obras. **Figura 12.** Espaço público às margens da Av. Prof. José dos Anjos, após obras. **Figura 13.** Vias marginais do canal Vasco da Gama-Peixinhos, após obras.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

alvenaria estrutural. Parte das edificações teve suas obras paralisadas em 2009, e hoje estão sendo retomadas em ritmo mais lento pela municipalidade.

No que se refere às soluções de macrodrenagem, destaca-se o conjunto de intervenções realizadas para o alargamento, dragagem, retificação e revestimento lateral do canal Vasco da Gama-Peixinhos (**Figuras de 10 a 13**), assim como a conclusão das obras de construção do canal Faria Neves, com

**Quadro 2. Dados do canal Farias Neves**

Sub-bacia	Superfície (ha)	Extensão (m)	Principais ruas cortadas	
Farias Neves	26,58	265,00	Rua Visconde de Mamanguape Rua Farias Neves Rua Maria Augusta de Souza	
Seção	Largura média (m)	Profundidade média (m)	Quantidade trechos	Vazão (m <sup>3</sup> /s)
Trapezoidal	3,00	2,50	1	0,27
Declividade (mm)	CN	Tipo de revestimento	Condições de revestimento	Tipo de limpeza
0,00	85,46	Alvenaria de pedra	Regular	Manual Apresenta muita vegetação

**Fonte:** Recife, 2016 e ESIG-Cadastro de Drenagem Urbana, 2021. Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2021.

revestimento lateral e de fundo. Tratam-se, em sua essência, de soluções estruturais tradicionais, alinhadas a um paradigma condutivo, próprio de posturas técnicas de cunho “higienista”.

Com apenas 265 m de extensão a céu aberto e drenando uma área de 26,58 km<sup>2</sup>, o canal Faria Neves, descrito no **Quadro 2**, é um elemento de macrodrenagem que foi projetado no bojo do Prometrópole, concebido ainda no início dos trabalhos e cujas obras foram concluídas em 2008, com recursos do PAC. Seguindo os preceitos de um paradigma “condutivo”, ele é um curso d’água artificial que serve ao escoamento das águas pluviais em direção ao canal Vasco da Gama-Peixinhos, do qual é tributário. As intervenções para a construção do canal seguiram um projeto que previa o revestimento de fundo, laterais e bordos da área apresentada na **Figura 14** e detalhada na **Figura 15**.

Hoje concluído, o canal possui um perfil uniforme, trapezoidal, ilustrado nas diversas seções apresentadas na **Figura 16**. Os perfis, longitudinais e transversais, levantados do entorno do canal Farias Neves, apresentam as características da concepção do projeto, cujas declividades adotadas estabelecem o canal como elemento divisor entre as CIS Capilé e Saramandaia.



**Figura 14. Mapa das seções revestidas dos canais Vasco da Gama-Peixinhos e Farias Neves.**

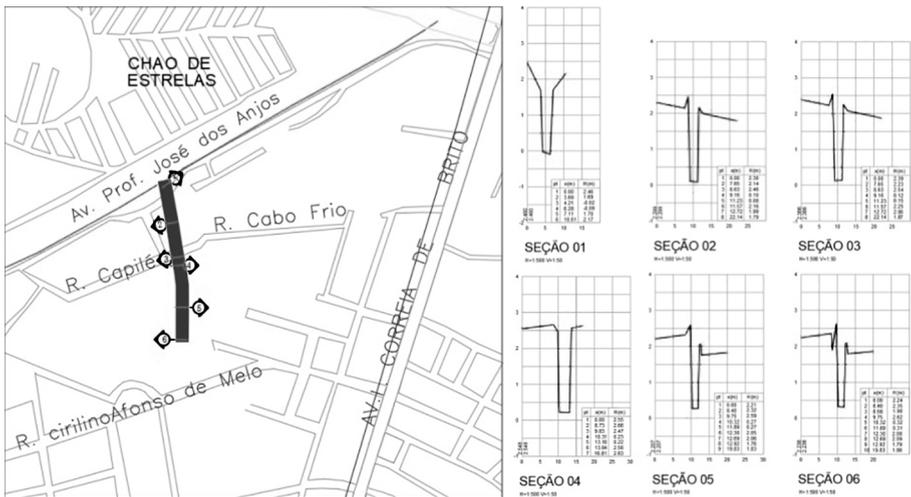
Fonte: Recife, 2016. Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2021.

Revela-se, da análise dos projetos e dos registros fotográficos, a obediência à lógica do escoamento superficial, por gravidade, e o direcionamento das águas inicialmente em direção ao canal Farias Neves. Tomadas a partir das vias do entorno, as seções não permitem ver o comportamento do escoamento das águas drenadas por este canal em direção ao Vasco da Gama-Peixinhos. Entretanto, é perceptível a existência de uma espécie de berma, elevação entre a calha deste último canal e as áreas ocupadas às suas margens. Se por um lado provê uma barreira de proteção contra inundações, elevando-se a uma cota mais alta que as das cheias históricas mais severas, ela representa igualmente uma barreira visual desde a ZEIS Campo Grande (e as CIS estudadas), impedindo sua percepção pelos ocupantes e a formação de uma imagem urbana mais forte, que valorize o curso d'água e a paisagem que conforma.



**Figura 15.** Detalhes da configuração do canal Farias Neves, destacado no segmento A-B.

Fonte: Recife, 2016. Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2021.



**Figura 16.** Seções transversais do canal Farias Neves.

Fonte: Recife, 2016. Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2021.



**Figura 17.** Registros do perfil das intervenções na UE-23, conjunto MCMV na CIS Saramandaia. **Figura 18.** Registros do perfil das intervenções na UE-23, eixo do canal Farias Neves.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

### Resultados da urbanização e a dimensão ambiental: as ações do Prometrópole e PAC configuram uma urbanização sensível à água?

Ainda que as obras do projeto-piloto da UE-23 tenham sido paralisadas, como tantas outras financiadas pelo PAC-UAP (CARDOSO e DENALDI, 2018), verifica-se o ponto a que chegaram as intervenções de urbanização em áreas como as CIS de Capilé e Saramandaia, cujo processo de execução está apresentado nas **Figuras 17, 18 e 19**. Nota-se que as transformações foram graduais, alcançando progressivamente níveis mais elevados de cobertura pelas infraestruturas de saneamento básico, de pavimentação e drenagem, de produção de moradias, de serviços urbanos essenciais como abastecimento de energia elétrica e iluminação pública.

O segmento que usamos para essa análise é aquele mais a jusante do canal Farias Neves. À sua margem esquerda, situa-se a CIS Capilé, à margem direita do canal se encontra a CIS Saramandaia. Em contraste, a situação inicial de Capilé (**Figuras 4 e 6**), onde se vê o estado de precariedade das moradias, bem como a ocupação inadequadas das bordas do canal, já em 2010 as obras haviam avançado em Saramandaia (**Figura 20**), com a construção de unidades habitacionais para realocação de famílias em situação de risco. Nesse



**Figura 19.** Registros do perfil das intervenções na UE-23, margem do canal Vasco da Gama-Peixinhos.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.



**Figura 20.** Registro das obras de urbanização na CIS Saramandaia, em 2010.

Fonte: Fabiano Diniz, 2010.

período, para a execução do Prometrópole, as obras ainda eram financiadas majoritariamente pelo BIRD.

No último registro da situação atual, (**Figura 19**), mostra-se a situação atual da área, na margem direita do canal Vasco da Gama-Peixinhos, cujas obras de revestimento já foram concluídas (**Figuras de 10 a 13**) e às suas margens foram implantados espaços públicos livres. Vê-se também que às margens do canal Farias Neves já se estabeleceu nova rede viária, com pavimentação e drenagem superficial, além de pontilhões para travessia de veículos e pedestres (**Figura 18**). Além disso, postes de distribuição de energia elétrica e iluminação pública foram implantados. O padrão construtivo das edificações se elevou, predominando casas térreas construídas em alvenaria.

Dando-se um foco sobre os aspectos morfotipológicos da configuração atual da área, é possível fazer certas considerações a respeito do lugar da dimensão ambiental nas soluções aportadas pela urbanização dessas CIS, tomando por referência três quadras com distintos padrões de ocupação (**Figura 21**). Revela-se uma condição paradoxal. Na CIS Capilé (Quadra 1), que foi consolidada com base na ocupação pré-existente e recebeu melhorias infraestruturais (pavimentação, drenagem superficial, abastecimento d'água), os espaços



**LEGENDA**

- ÁREA CONSTRUÍDA
- QUADRAS
- 1 QUADRA 1
- 2 QUADRA 2
- 3 QUADRA 3

- I AV. PROF. JOSÉ DOS ANJOS
- II RUA FARIAS NEVES
- III TRAVESSA CAPILÉ
- IV RUA ARLINDO RAMOS PEREIRA
- V RUA JOSÉ BENTO BATISTA
- VI RUA JOÃO BENTO BATISTA
- VII RUA SEM NOME

0 50 100 m



**Figura 21.** Mapa com três quadras representativas do padrão de ocupação das CIS na UE-23.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.



22



23



24

**Figura 22.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Capilé, travessa Capilé.  
**Figura 23.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Capilé, viela na área de Palha do Arroz.  
**Figura 24.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Capilé, via local não acabada.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

públicos e as áreas de convivência e amenização ambiental, apesar de exíguos, possuem um “ordenamento” que os torna acolhedores, próprios a uma vida em comunidade (**Figuras 22 e 23**). Ali as superfícies impermeabilizadas são menos extensas, há maior cobertura vegetal e, em sua face Norte, o espaço residual que deveria abrigar uma área verde e de lazer, cumpre o papel de elemento de afastamento e proteção das residências em relação à Avenida Professor José dos Anjos, às margens do canal Vasco da Gama-Peixinhos (**Figura 24**).



**Figura 25.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, vielas de circulação interna. **Figura 26.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, conjunto habitacional.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

Enquanto isso, na Quadra 2 da CIS Saramandaia, alvo de intervenção de maior monta e de um projeto que concebeu as unidades residenciais construídas em 2010, as dimensões das vias foram reduzidas ao mínimo, como vielas sem calçadas, causando uma impressão maior de confinamento (**Figuras 25 e 26**). Mesmo as áreas livres projetadas ao longo da Travessa Sem Nome configuram-se espaços sem um caráter público, pouco atraentes, porque destinados majoritariamente à circulação de automóveis (**Figura 27**) e estacionamento, contra o que os moradores reagem (**Figura 28**). Mesmo a dotação de infraestruturas tendo sido projetada (e não adaptada como em Capilé), a adoção de canaletas laterais para a drenagem de águas pluviais se torna uma barreira à acessibilidade e dificulta sua limpeza e manutenção. As rampas ou passadiços de acesso às unidades habitacionais agrava esse problema, pois que realizados de modo improvisado pelos moradores. A face Norte dessa quadra tem como limite imediato a avenida citada, representando um contato direto, sem transição, entre as residências e essa via, de grande fluxo de tráfego.



**Figura 27.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, espaços públicos mal ordenados. **Figura 28.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, espaços público defendidos pelos moradores.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

A Quadra 3, em Saramandaia, é parte remanescente da situação da ocupação original e não foi alvo de obras de urbanização do Prometrópole. Na bifurcação entre as Travessas Sem Nome e João Bento Batista, a face lindeira do canal Farias Neves apresenta um padrão de ocupação identificado já em 2007, que se vê consolidado nos registros atuais (**Figura 29**). Ao longo da Travessa João Bento Batista, e parte da extensão da Travessa Sem Nome, reproduz-se o padrão de unidades unifamiliares térreas ou em dois pavimentos, predominantes em Capilé. Na primeira metade da primeira, desde a Rua Farias Neves, não há calçadas ou revestimento de piso, apenas na segunda parte eles estão presentes. Na convergência à esquerda dessa travessa, limite físico da Quadra 3, apresentam-se indícios dos problemas anteriormente tratados: casebres de madeira e zinco, ocupando o leito da via até o ponto de travessia da Travessa Sem Nome e continuidade pela Rua Radialista Fernando Castelão (**Figura 30**), lançamento de esgotos in natura a céu aberto, ausência de rede pública de abastecimento d'água e energia elétrica. Apesar do traçado irregular da Travessa Sem Nome ofertar a possibilidade de inserção de espaço verde livre, isso não foi realizado. No entanto, nessa quadra não atendida pelo Prometrópole e PAC-UAP saltam aos olhos situações em que o padrão de ocupação revela áreas de amenidade urbana inesperadas, como no trecho da rua José Bento Batista (**Figuras 31 e 32**).



**Figura 29.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, áreas não objeto das intervenções. **Figura 30.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, ocupação precária persistente.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

Voltando a atenção à configuração dos elementos de macrodrenagem e aos espaços públicos vizinhos a eles, a condição físico-espacial consolidada pelas obras de urbanização das CIS não representam inovação. Ao contrário, reproduzem um repertório de medidas estruturais tradicionais, sem lançar mão de uma postura mais sensível à convivência com as águas ou à valorização da paisagem. O perfil traçado para a faixa de espaço público ocupado pelo canal Farias Neves e a rua de mesmo nome é generoso, em média tem 23 m entre as testadas dos lotes de cada lado. Apesar disso, e de não ter a função de via coletora de maior relevância (se articula perpendicularmente com a Rua Maria Augusta, de menor dimensão), não foram previstos no projeto elementos que repliquem condições naturais das faixas marginais de cursos d'água e seu papel na dinâmica urbana das águas (**Figuras 12 e 19**).

Ao contrário, além do próprio canal ser revestido, suas margens, vias e calçadas são completamente impermeabilizadas (**Figuras 15 e 18**). Não há espaço para vegetação, o lugar que poderia ser ocupado por ela, e por um passeio à beira-canal, está reservado aos automóveis. As calçadas são estreitas, emparedadas por muros altos. As travessias de automóveis e pedestres não receberam o mínimo tratamento, são placas de concreto sobre o leito do Farias Neves (**Figura 15**). É um ambiente árido, hostil, onde resiste uma cultura cidadina que ainda vê o curso d'água como uma cloaca, onde se despeja o lixo. Por



**Figura 31.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, espaços de amenidade urbana. **Figura 32.** Aspectos do padrão de ocupação da CIS-Saramandaia, espaços de amenidade urbana.

Fonte: Equipe do Observatório PE, 2021.

isso, revela-se quase como um pequeno oásis, a iniciativa de um morador de, ao longo do que seria o estacionamento beira-canal, criar um pequeno jardim urbano, que sobressai na paisagem.

Quanto ao canal Vasco da Gama-Peixinhos, ele apenas traz em escala ampliada os mesmos conflitos. Mas, para esse elemento, há potencial de adaptação e emprego de soluções “sensíveis à água”. Suas margens e bordas não são totalmente revestidas, há permeabilidade do solo, pode-se introduzir vegetação ripária e passeios urbanos, consolidando espaço linear para encontros e amenização climática e ambiental. A faixa logo após a berma às suas margens, onde se previa espaço verde e de lazer, pode abrigar (a título ilustrativo e experimental) uma pequena bacia de retenção, associada a uso recreativo (pistas de skate, campo de jogos), além de ampliar a massa vegetada e ofertar espaços de uso coletivo de qualidade.

Quanto aos valores associados às obras na UE-23, o **Quadro 3** traz dados referentes às três CIS inseridas na microbacia do canal Farias Neves. Nele, estão indicados a relação entre o número de famílias atendidas pelas obras e os valores investidos para isso, com um nível de investimento por família relativamente baixo, considerando-se o valor unitário para produção de uma unidade habitacional unifamiliar do Programa Minha Casa Minha Vida, na RMR, de cerca de R\$ 45.000 (BRASIL, 2017).

**Quadro 3. Dados das Intervenções do PAC nas CIS Saramandaia, Capilé e Vila da Prata.**

Projetos PAC - Prometrópole (unidades de esgotamento)	Comunidades Beneficiadas	Qtde. Imóveis (número)	Pop. Estimada (pessoas)	Qtde. Famílias (n° estimado)	Investimentos totais (R\$)	Investimentos / família (R\$)
UE-23 Campo Grande (ZEIS e áreas contíguas)	CIS Capilé	551,00	1.581,00	301,00	27.798.826,87	31.916,00
	CIS Saramandaia	546,00	1.567,00	298,00		
	CIS Vila da Prata	498,00	1.429,00	272,00		
<b>Total</b>	<b>3 comunidades</b>	<b>30.855,00</b>	<b>87.973,00</b>	<b>16.753,00</b>		

Fonte: Lancellotti, 2020. Adaptado pela equipe do Observatório PE, 2020.

Finalmente, em termos dos potenciais de emprego do repertório do urbanismo sensível à água, resta anotar que o caráter participativo e educativo, que marcou o período de formulação dos projetos de urbanização das favelas da bacia do rio Beberibe, foi também diminuído, restringindo-se a um caráter informativo, desde que as ações passaram a ser realizadas sob a intervenção do PAC.

## CONCLUSÃO:

### A dimensão ambiental inspira, mas não orienta a urbanização de favelas

Ao analisar as iniciativas do Prometrópole e do PAC-UAP na ótica da sua contribuição para uma nova abordagem do saneamento, necessariamente integrada às ações de outros setores das políticas públicas urbanas e metropolitana, e ciosa da importância da dimensão ambiental na tomada de decisões, os casos de urbanização das CIS estudados nos remetem à lógica poética de trecho do “Fado Tropical”, de Chico Buarque: há distância entre intenção e gesto. Das duas dimensões que orientam a análise, de ordem conceitual e prática, na primeira é perceptível a sintonia que os documentos e a formação dos técnicos envolvidos têm com essa abordagem. Na segunda, os projetos elaborados e as obras construídas distanciam-se profundamente das referências conceituais, tomando partido de soluções higienistas, de transferência do problema.

Ainda que as intervenções aplicadas tenham resultado na redução da precariedade nas CIS da sub-bacia Farias Neves, o primeiro desafio lançado pelas iniciativas em questão não foi alcançado: em termos quantitativos o acesso às infraestruturas e serviços de saneamento foram ampliados, mas não possuem cobertura universal. Quanto ao objetivo de mudança qualitativa, efetivamente ela é mais impactante, mas resta adotar medidas de melhoria de qualidade das águas e do ambiente urbano, ousando introduzir soluções de convivência com as águas e valorização da paisagem urbana, sobretudo. Politicamente, a questão do saneamento assume um papel mais relevante, cujo debate não mais se restringe ao período chuvoso, e o avanço e impacto das obras a PPP Cidade Saneada começam a ser percebidos.

Nesse último aspecto, a gestão do interesse comum, que pautou as ações do Prometrópole, já faz parte da cultura da gestão metropolitana e a mencionada PPP se favorece do ambiente já estabelecido. Em oposição a essa conquista relativa, apresenta-se uma retração do princípio da gestão participativa, ainda que sigam sendo debatidos o andamento e os ajustes dos projetos, no âmbito de instâncias de planejamento como a Comissão de Urbanização e Legalização (COMUL) da ZEIS Campo Grande.

Dos princípios norteadores das ações, verifica-se o atendimento àquele associado ao gradualismo, na busca da integralidade e da universalização da cobertura dos sistemas. A experiência do Prometrópole em si é indicativo de outro princípio, o da inversão de prioridades, com a atenção prioritária dada às áreas precárias da bacia do Beberibe, também alvo de cuidados do Atlas das Infraestruturas das CIS.

Dentre as distintas naturezas das ações que se devia aplicar, há avanços notáveis no campo do desenvolvimento institucional, mas aparentemente há que se investir para consolidar uma (re)educação capaz de mudar a cultura técnica e dos usuários. Quanto à proteção e recuperação dos recursos hídricos, ao se concentrar na porção jusante do Beberibe, e ser parcialmente eficiente na melhoria proposta, o Prometrópole se demonstra uma experiência de introdução gradual dessa qualidade. Finalmente, a melhoria da qualidade ambiental resta uma ação mitigada, pois a transformação progressiva sugerida não avançou sobre aspectos qualitativos das relações água, cidade e sociedade.

Cabe destacar que, do balanço da relevância dada aos três eixos temáticos indicados como essenciais, os avanços na abordagem dos elementos de natureza

participativa e socioeconômica podem não ser os desejados, mas estão presentes e podem ser identificados. Em especial, a sistemática de planejamento e gestão aplicada no início do processo gerou frutos, na decisão compartilhada de certas escolhas, entre elas a conquista do espaço da associação comunitária e o campo de futebol de Saramandaia. A consolidação de padrões de ocupação de melhor qualidade, sobretudo nas quadras que não foram alvo de obras para construção de conjuntos habitacionais, revela a capacidade de investimento de seus ocupantes, fruto de uma provável melhoria de suas condições socioeconômicas.

Por fim, no tocante à dimensão ambiental presente nos projetos e obras, há um claro descompasso. Se por um lado os documentos de planejamento são generosos em apontar referências de atuação, bastante contemporâneas e atentas às implicações dessa dimensão na produção do espaço urbano, por outro lado, os projetos concebidos e as obras consolidadas seguem antigas fórmulas, apartadas de um movimento de reaproximação, reconciliação e convivência respeitosa e pacífica entre a cidade, a sua metrópole, seus cidadãos e as águas de seus rios, riachos e canais.

## REFERÊNCIAS

BAUTISTA, Diana C. G. **Impactos ambientais do Prometrópole em duas localidades da bacia hidrográfica do rio Beberibe**: contribuições para a sustentabilidade da vida humana. Dissertação (mestrado). Recife: UFPE, 2015.

BOURDEAU-LEPAGE, Lise [org.]. **Nature et ville**: désirs et controverses. Brugières: Éditions la Librairie des Territoires, 2016, 160 p.

BRASIL, Poder Executivo. **Lei das Águas**. Lei Federal nº 9.433, de 8 jan. 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e dá outras providências. Brasília: Governo Federal, 1997. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/19433.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19433.htm). Acesso em 03 abr. 2020.

BRASIL, Ministério das Cidades. **Dados sobre as contratações do PAC para execução de obras de urbanização de assentamentos precários**. [Documento não publicado]. Brasília: Governo do Brasil, Ministério das Cidades, 2017.

BRK. **Programa Cidade Saneada chega aos oito anos com investimento bilionário**. Recife: BRK Ambiental, 2021. Disponível em: <https://www.brkambiental.com.br/pernambuco/igarassu/programa-cidade-saneada-chega-aos-oito-anos-com-investimento-bilionario>. Acesso em: 29 ago. 2021.

BRODACH, Ari; GOFFI, Mélanie. La politique de la ville: une trajectoire de développement urbain durable? In: **Développement durable et territoire**. Dossier 4: La ville et l'enjeu du développement durable. Évora: OpenEditions Book. Disponível em: [http://developpement\\_durable.revues.org/document1493.html](http://developpement_durable.revues.org/document1493.html). Acesso em: 14 fev. 2008.

CARDOSO, Adauto; DENALDI, Rosana [org.]. **Urbanização de favelas no Brasil**: um balanço preliminar do PAC. 1ª ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018. 352 p.

COAG. **Intergovernmental agreement on a national water initiative**. Canberra: Council of Australian Governments. Disponível em: <http://www.agriculture.gov.au/SiteCollectionDocuments/water/Intergovernmental-Agreement-on-a-national-water-initiative.pdf>. Acesso em: 4 out. 2018.

DINIZ, Fabiano R.; MONTEZUMA, Roberto; VIEIRA FILHO, Luiz. The Capibaribe Park Project, Recife: using the river to reinvent the city. In: **Brazilian Journal of Environmental Sciences**, abril de 2020, p. 331-353. Disponível em: <https://doi.org/10.5327/Z2176-947820200619>. Acesso em: 05 dez. 2020.

DINIZ, Fabiano R. Drainage et gestion du développement urbain durable. Les enjeux en milieu urbain au Brésil. In MAILLEFERT, Muriel; PETIT, Olivier; ROUSSEAU [dir.]. **Ressources, patrimoines, territoires et développement durable**. Bruxelas, Ed. Peter Lang, 2010-a, p. 177-201.

DINIZ, Fabiano R. **“Eau-Urbanisation”, une Utopie à la Brésilienne**. Drainage et Aménagement dans la région métropolitaine de Recife. Tese (doutorado). Paris: Université Sorbonne Nouvelle - Paris 3, Institut des Hautes Etudes de L'amérique Latine - IHEAL, 2010-b.

FORMAN, Richard. Ecologia urbana e distribuição da natureza nas regiões urbanas. In: MOSTAFAVI, Mohsen; DORHERTY, Gareth; CALISTO, Ana Maria D.; VALENZUELA, Luis (edit.). **Urbanismo Ecológico**. São Paulo: Gustavo Gilli, 2014, 306 p. 312-323.

GONDIM, Jorge Vinícios Silva. **Estado e políticas públicas no Recife**: a bacia do rio Beberibe e as intervenções do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC). Dissertação (mestrado). Recife: UFPE, Programa de Pós-Graduação em Serviço Social, 2019.

IBGE. **Censo Demográfico Brasileiro**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

INCT, Rede Observatório das Metrôpoles. **Termos de referência do projeto de pesquisa “Gestão das águas urbanas e do saneamento básico em Regiões Metropolitanas”**. Rio de Janeiro: INCT Rede Observatório das Metrôpoles-IPPUR, 2017, 17 p.

IPEA. **Metodologia de avaliação de resultados: o caso das intervenções do PAC urbanização de favelas**. Disponível em: FAVELAS[http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2342/1/TD\\_1903.pdf](http://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/2342/1/TD_1903.pdf). Acesso em: 20 de fev. de 2021.

LANCELLOTTI, Alice C. R. A. **A dimensão ambiental nos projetos recentes de esgotamento sanitário dos assentamentos precários do Recife**. Projeto de Pesquisa. Recife: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da UFPE - MDU, 2020.

LINTON, Jamie. **What is Water?** The History of a Modern Abstraction. Vancouver: University of British Columbia Press, 2010, 352 p.

MARANHÃO, Maria Helena P. G. **Mudanças aparentes e efeitos invisíveis**: sociabilidade, identidade e vulnerabilidade no cotidiano urbanizado da bacia do rio Beberibe. Dissertação (mestrado). Recife: UFPE, Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano, 2011.

MOSS, Timothy. Flow management in urban regions: introducing a concept. In: MOSS, Timothy; NORMAN, Emma S.; BAKKER, Karen. **Transgressing scales: Transboundary water governance across the Canada-US border**. In: Annals of the Association of American Geographers, volume 99:1. : 2008, p. 99-117.

OLIVEIRA, Francisco de. **A noiva da revolução**. São Paulo: Boitempo, 2008, 111 p.

OLIVEIRA, Waldemar de. **Geologia da Planície do Recife**: contribuição ao seu estudo. Tese (concurso à cátedra de História Natural da Escola Normal Oficial de Pernambuco). Recife: Oficinas Gráficas do Jornal do Comércio, 1942, 97p.

PERNAMBUCO, Governo do Estado. **Programa Prometrópole**. Apresentação. Recife: Agência Estadual de Planejamento e Pesquisas - CONDEPE/FIDEM, 2003. Disponível em: <http://www2.condepefidem.pe.gov.br/web/condepe-fidem/apresentacao11>. Acesso em: 20 de fev. de 2021.

PERNAMBUCO, Governo do Estado. **Relatório de drenagem**. Propostas de intervenção de macro-drenagem. Projeto de Qualidade das Águas e de Controle da Poluição Hídrica nas Bacias dos rios Beberibe, Capibaribe e Jaboatão (PQA). Recife: Secretaria de planejamento do Estado de Pernambuco, 1997.

PINCETL, Stéphanie. La durabilité urbaine et la nature en ville: le besoin d'interdisciplinarité. In: MATHIEU, Nicole; GUERMOND, Yves (edit.). **La ville durable, du politique au scientifique**. Paris: Cemagref, Cirad, Ifremer, INRA, 2005, p. 209-220.

RECIFE, Prefeitura da Cidade. **Plano Diretor de Drenagem e Manejo de Águas Pluviais do Recife**. Recife: Autarquia de Manutenção e Limpeza Urbana do Recife (EMLURB), ABF, 2016.

RECIFE, Prefeitura da Cidade. **Atlas das Infraestruturas Públicas nas Comunidades de Interesse Social do Recife**. Recife: SANEAR, 2014, 165 p.

ROBERTS, Debra; GORE, Christopher e BULKELEY, Harriet [edit.]. **Climate change in cities: innovations in multi-level governance**. The urban book series. Nova Iorque: Springer, 2018, 378 p.

ROCHA, Danielle M.; SOUZA, Maria A. A.; DINIZ, Fabiano R.; NEVES, Norah H. **Relatório Final para alimentar o Projeto de Pesquisa Nacional As Metrôpoles e o Direito à Cidade**: Plataforma de conhecimento, inovação e ação para o desenvolvimento urbano. Recife: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da UFPE - MDU, 2021.

SOUZA, Arnaldo de. **Articulações entre o Público e o Privado:** O caso do Programa Cidade Saneada. de Dissertação (mestrado). Recife: Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento Urbano da UFPE - MDU, 2019.

UN-IPCC. **Climate Change 2013:** The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press, 2013, 1.535 p.

# **A COMPONENTE DA DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**

cenários para a integração, resiliência  
e sustentabilidade

Melissa Cristina Pereira Graciosa

## **Resumo**

O objetivo central deste capítulo é apontar elementos de projeto e dimensionamento da drenagem para a urbanização de favelas, contemplando as especificidades locais, a integração com outras dimensões da urbanização e os objetivos globais da drenagem: quantidade, qualidade, infiltração, recuperação paisagística e urbanística de cursos d'água e resiliência frente a eventos extremos. São apresentadas diretrizes e premissas para o estudo de cenários para a componente da drenagem na urbanização de favelas e apresentadas alternativas de soluções que visam a integrar demandas, limitações e resultados para o adequado manejo das águas pluviais na urbanização de favelas.

## INTRODUÇÃO

Na urbanização de favelas e assentamentos precários, as melhores soluções para as águas urbanas podem não ser as mesmas adotadas em loteamentos convencionais. As características locais, associadas à forma de ocupação, constituem especificidades que irão demandar soluções técnicas, eficazes e, ao mesmo tempo, criativas para o encaminhamento das águas urbanas. Como especificidades locais ressalta-se as hidrológicas, hidráulicas e geotécnicas dos terrenos, em geral localizadas em várzea ou com altas declividades, cursos d'água degradados, com presença de lixo, esgoto, processos erosivos e assoreamento. Como características da ocupação, destaca-se a consolidação do uso e ocupação do solo no território, com uma relação já estabelecida entre a população e o curso d'água, com características próprias de mobilidade e de espaços de convivência, de restrições de espaço para a implantação de infraestrutura estabelecidas por moradias que serão preservadas no processo de urbanização, cuja conformação, frequentemente, não segue o padrão de loteamento convencional. Esse conjunto de condicionantes demanda que a abordagem da drenagem na urbanização de favelas seja feita de forma integrada e que as soluções sejam estudadas caso a caso, com projetos otimizados para atender às condições de eficiência, sustentabilidade e resiliência.

A criatividade e o entendimento das especificidades locais, aliados ao conhecimento hidrológico-hidráulico e das tecnologias disponíveis (em especial das metodologias alternativas em drenagem urbana), constituem o diferencial que possibilitará conciliar demandas, limitações e resultados para o adequado manejo das águas pluviais na urbanização de favelas.

No curso dos estudos de caso da rede “*A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas*”, que integra o projeto de Pesquisa “Direto à Cidade e Habitação: um balanço do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) – Urbanização de Favelas”, coordenado pelo Observatório das Metrôpoles (IPPUR/UFRJ), ao analisar projetos de urbanização de favelas em diferentes regiões do Brasil (os quais tiveram a drenagem como elemento estruturante), observou-se uma tendência à adoção de soluções convencionais de drenagem com foco em quantidade sob a abordagem da condução de vazões e com priorização do sistema viário (com modal rodoviário) sobre o sistema hídrico e com pouca ou nenhuma participação social nos processos de decisão.

Embora alguns avanços venham sendo observados, tais como a adoção dos parques lineares, o que se observou, em geral, foram medidas concentradas na calha dos cursos d'água e a priorização pelo modelo de transporte de vazões no lugar do amortecimento. A questão da drenagem é, sobretudo, um problema de alocação de espaços para as águas pluviais (CANHOLI, 2012). Quando se prioriza transportar vazões progressivamente ampliadas com a urbanização convencional, o resultado é a transferência das cheias de um ponto na bacia hidrográfica para outro, mais a jusante.

A opção pelo modelo de transporte rodoviário e individual impõe a demanda pela criação ou ampliação de eixos viários que, geralmente, são implantados nos fundos de vale – pelas características de relevo plano desses locais, resultando em menores movimentos de terra, componente fundamental na composição de custos da construção de avenidas. É também por razões econômicas (e tendo o sistema viário como objetivo central), que se opta frequentemente por retificar os cursos d'água e restringir as seções de escoamento à calha principal, muitas das vezes, tamponando-a para a implantação de avenidas mais largas sobre os cursos d'água. Ao fazer essas escolhas, a tomada de decisão implícita é alocar espaços originalmente pertencentes às águas para os veículos.

Nas seções seguintes, serão apresentadas premissas para o estudo de cenários para o manejo das águas pluviais na urbanização de favelas, as quais são fundamentadas para alcançar os objetivos gerais da drenagem sustentável.

## **A DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL**

Tal como no planejamento urbano e na remediação de áreas sujeitas a inundações frequentes nas cidades, as soluções de drenagem na urbanização de favelas devem ser pautadas nos objetivos gerais da drenagem urbana, quais sejam:

### **Controle da quantidade**

A drenagem sustentável prioriza o amortecimento e a infiltração de modo a compatibilizar as vazões de escoamento superficial com a capacidade hidráulica da rede de macrodrenagem, atendendo à chamada “vazão de restrição” (SÃO PAULO, 1998; 2009; 2013). A vazão de restrição representa a

capacidade potencial do sistema existente. Nessa abordagem, medidas complementares entre si são aplicadas na bacia hidrográfica para retardar, infiltrar ou conferir outros usos para as águas do escoamento superficial, reduzindo ou amortecendo a vazão que chega aos rios e córregos urbanos.

A mitigação do risco de inundações, por meio de medidas estruturais e não estruturais, em escala de lote, de micro e de macrodrenagem, constitui objetivo central do manejo sustentável de águas pluviais urbanas. Todos os esforços devem ser empenhados em encaminhar, de maneira eficiente e sustentável, os volumes de cheia resultantes dos eventos de precipitação de maior intensidade e volume.

O amortecimento na bacia hidrográfica deve ser priorizado sobre o transporte das vazões. Significa dizer que as ações na bacia devem constituir o cerne do manejo de águas pluviais urbanas. As vazões adicionais resultantes da impermeabilização das áreas com a expansão urbana devem ser compensadas por medidas complementares, nas diversas escalas, para infiltrar e amortecer os volumes de cheia. O dimensionamento dos condutos, seja de micro, seja de macrodrenagem, deve contemplar as vazões excedentes e ser planejado de modo a não transferir cheias para a jusante. Os revestimentos naturais devem ser priorizados sobre o concreto, procurando manter, sempre que possível, os meandros dos cursos d'água.

A várzea deve ser preservada de ocupação, seja por edificações, seja por sistema viário, de maneira que possa ser inundada periodicamente durante as cheias de maior porte, sem causar dano à população residente e transeunte. No processo de urbanização de favelas, não faz sentido realocar edificações instaladas às margens e/ou sobre o curso d'água para implantar vias de fundo de vale nos mesmos locais. Portanto, novas vias de fundo de vale não devem ser implantadas, sob qualquer hipótese, pois constituem ocupação de várzea e estão inevitavelmente sujeitas à inundação. Retira-se a população residente e coloca-se, em seu lugar, a população transeunte, sujeita aos mesmos riscos ou até a riscos maiores em virtude da ampliação progressiva das áreas impermeáveis.

A falsa segurança proporcionada pela ampliação da calha do curso d'água para a implantação de avenidas é condicionada às premissas de projeto, tais como a expansão urbana a montante, a chuva de projeto e o tempo de retorno. A experiência mostra que as condições reais são mais críticas do que as de

projeto, em especial no cenário de mudanças climáticas. Por isso, as canalizações e retificações de cursos d'água, com implantação de avenidas marginais, constituem, juntamente com a impermeabilização resultante da urbanização desordenada, a principal causa das inundações nas bacias urbanas.

## **Controle da qualidade**

Toda a deficiência de saneamento na bacia hidrográfica – notadamente resultante de coleta e encaminhamento ineficiente de resíduos sólidos e esgotos domésticos –, tem por corpo receptor final os rios urbanos. Além disso, a poluição difusa é responsável por parcela significativa da contaminação dos cursos d'água em áreas urbanas, constituindo, pois, um dos principais desafios relacionados ao manejo das águas pluviais urbanas.

A má qualidade da água dos rios, canais e córregos urbanos resulta, por um lado, na limitação das medidas de drenagem sustentável aplicáveis às bacias urbanas – por exemplo, parques fluviais e bacias de amortecimento de uso misto. E, por outro, em altíssimos custos de manutenção dos equipamentos de drenagem, com necessidade de remoção periódica de lixo, entulho, lodo e vegetação aquática característica de corpos hídricos poluídos. Deste modo, o planejamento da drenagem sustentável é necessariamente vinculado às ações para a coleta, transporte, tratamento e disposição dos esgotos domésticos, à coleta e encaminhamento do lixo e ao controle da poluição difusa.

## **Infiltração das águas de chuva**

Com a impermeabilização decorrente da expansão urbana, a componente de infiltração do ciclo hidrológico é fortemente atingida a ponto de comprometer a recarga dos aquíferos e, conseqüentemente, o escoamento de base dos cursos d'água urbanos. Para restabelecer esta importante parcela do ciclo hidrológico nas cidades, é preciso planejar estruturas de infiltração. Não é suficiente deixar áreas livres de revestimento impermeável, porque a camada de solo compactado, muitas vezes em aterros realizados para a construção das cidades, não possibilita uma infiltração suficiente para promover o amortecimento desejado do escoamento superficial e a recarga do lençol freático.

É necessário projetar estruturas de infiltração, tais como pavimentos permeáveis, jardins de chuva, trincheiras de infiltração, biovaletas e calçadas drenantes, os quais possuem bolsões de armazenamento instalados sob a camada superficial

filtrante, que possibilitam a detenção temporária dos volumes de cheia e posterior infiltração no solo, encaminhando para a rede convencional de drenagem somente os volumes excedentes à capacidade somada de armazenamento e infiltração destas estruturas. É preciso, portanto, planejar a implantação eficiente e suficiente de tais estruturas, distribuídas por toda a bacia hidrográfica, as quais, somadas, proporcionarão amortecimento efetivo nos volumes de escoamento superficial e, conseqüentemente, de recarga dos aquíferos.

### **Restabelecimento dos rios na paisagem urbana**

O modelo de urbanização adotado nas grandes cidades brasileiras e reproduzido nas cidades de médio e pequeno porte é fundamentado em dois elementos centrais: ocupação urbana a partir dos fundos de vale para montante e altas taxas de adensamento e de impermeabilização. Parcela significativa dos eixos de mobilidade das cidades seguem o modal rodoviário e são implantados em fundos de vale, às margens ou por sobre os rios, muitas vezes, tamponados. Desde grandes avenidas até ruas internas aos bairros, a prática de canalizar e tamponar rios para a implantação de vias de tráfego constitui um dos principais elementos estruturantes da expansão urbana nas cidades brasileiras.

Com isso, os rios são colocados em segundo plano, escondidos sob o concreto das ruas e avenidas. A drenagem sustentável prevê o restabelecimento, na medida do possível, dos rios na paisagem urbana à medida que privilegia o não tamponamento de cursos d'água para a implantação de avenidas e a adoção de canalizações de revestimentos naturais e lentos, com preservação dos meandros e da faixa de várzea, nas áreas de expansão urbana.

### **Resiliência frente a eventos extremos**

As mudanças climáticas observadas em escala global refletem conseqüências na escala regional e local que afetam fortemente a vida nas cidades. Eventos extremos de precipitação resultam em inundações progressivamente mais frequentes, abrangentes e volumosas. As práticas tradicionais da drenagem urbana não são capazes, sozinhas, de fazer frente a tais mudanças. A resiliência das cidades perante a eventos de precipitação deve constituir objetivo central da drenagem urbana sustentável, estando presente em todas as suas etapas – seja de planejamento da expansão urbana em novas áreas, seja de remediação de áreas já sujeitas a inundações frequentes.

Os estudos apontam que a descentralização das estruturas, combinadas à regulação e planejamento do uso e ocupação do solo e à gestão do risco de inundações urbanas – incluindo o mapeamento de risco de inundações, o monitoramento dos cursos d'água e os sistemas de alerta, são o caminho mais seguro para se obter maior resiliência às cheias nas cidades. Camadas sucessivas de proteção devem ser planejadas e implantadas, em todas as escalas.

Ressalta-se que as soluções baseadas na natureza, como os jardins filtrantes e as estruturas de uso múltiplo para a reservação, biorretenção e infiltração, constituem elemento central para a drenagem sustentável, com função multiobjetivo. Utilizadas de maneira ampla e distribuídas em toda a bacia hidrográfica, tais medidas atuam em diversas frentes simultâneas, promovendo o controle da qualidade, a recarga dos aquíferos, o convívio da cidade com as águas, a melhora dos aspectos paisagísticos, a redução do efeito das ilhas de calor, além de contribuir com as medidas estruturais centralizadas para a maior resiliência frente a eventos extremos. Particularmente na urbanização de favelas, tais medidas são aliadas importantes dada a sua alta flexibilidade de aplicação e por possibilitar ampla aceitação e apropriação comunitárias.

## **PREMISSAS PARA SOLUÇÕES DE DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**

Diante dos desafios inerentes à adoção de práticas mais sustentáveis em drenagem e manejo de águas pluviais e da necessária adaptação para as especificidades referentes à urbanização dos assentamentos precários, a presente discussão de cenários para a drenagem na urbanização de favelas foi pautada por premissas norteadoras para o estudo de alternativas às soluções comumente adotadas, quais sejam:

### **Premissa 1:**

#### **O binômio qualidade-quantidade é indissociável.**

As estruturas de controle da quantidade têm seu funcionamento e manutenção muito impactados pela qualidade das águas de escoamento superficial e, em alguns casos, tornam-se inviáveis. Por exemplo, os parques fluviais de uso múltiplo – notadamente planejados para o controle das cheias e recreação –, são fortemente prejudicados pela presença de lixo e esgoto no curso d'água. A

passagem da onda de cheia, após as águas baixarem, deixa nas áreas inundáveis enormes quantidades de garrafas *pet*, pneus e todo tipo de resíduo, além de lodo de esgoto, que tornam a manutenção onerosa e comprometem o próprio uso de tais áreas para recreação. O mesmo ocorre com as bacias de detenção.

Por exemplo, na Região Metropolitana de São Paulo, o investimento médio anual em manutenção de bacias de amortecimento (piscinões) é da ordem de 40 milhões de reais/ano (DAEE, 2021). Tal manutenção consiste, basicamente, na remoção de lixo. Montante semelhante é investido anualmente na limpeza e desassoreamento de cursos d'água. Consiste essencialmente em remover lixo, lodo e vegetação do tipo macrófitas, tipicamente característica de ambientes aquáticos eutrofizados em decorrência de altas cargas de nutrientes presentes nos esgotos.

As bacias de detenção, mesmo onde a área disponível permite a implantação por gravidade e aberta, tem de ter o fundo impermeabilizado em concreto para permitir a entrada de maquinário para a remoção do lixo a cada episódio de chuva. Esse é um exemplo típico da limitação que a má qualidade das águas provoca na infraestrutura de drenagem.

No caso dos cursos d'água urbanos, em que quase sempre se faz necessária a estabilização estrutural dos taludes, o modelo de canalização adotado fica restrito ao concreto (em virtude da contaminação dos cursos d'água), porque modelos alternativos e mais naturais – como o gabião plantado, por exemplo, tem maiores limitações quanto à entrada de maquinário para limpeza e desassoreamento e podem ocasionar a presença de vetores, como baratas e escorpiões, devido à carga de esgoto presente nas águas. Por esse motivo, tal tipo de solução encontra forte rejeição junto à comunidade. A população, muitas vezes, rejeita as estruturas abertas e naturais e demanda ao poder público que sejam adotados sistemas tamponados e com revestimento de concreto.

Para possibilitar o uso múltiplo das estruturas de drenagem, sejam lineares, como os parques de várzea, sejam centralizados, como as bacias de detenção, e a aplicação de revestimentos naturais, é preciso que as águas dos rios estejam limpas.

Na urbanização de favelas ocorre, em geral, uma melhoria significativa na infraestrutura de saneamento pela implantação de redes coletoras de esgoto e sistemas de coleta de lixo. No entanto, essa melhoria nem sempre se reflete em uma recuperação da qualidade dos corpos hídricos receptores, porque os

lançamentos de esgoto *in natura* permanecem. Grande parte desse problema ocorre devido ao modelo centralizado de tratamento de esgotos, que demanda investimentos de grande monta para a implantação de redes de transporte até a estação de tratamento, muitas vezes, situadas a dezenas de quilômetros do local de coleta. Isto acaba por inviabilizar, do ponto de vista econômico, o tratamento dos esgotos. Por esse motivo, continuam sendo lançados nos rios.

Esse problema de saneamento se reflete diretamente na drenagem, impactando a implantação de estruturas de uso múltiplo, notadamente de controle de cheias aliado à recreação. Soluções descentralizadas para o tratamento dos esgotos devem ser fomentadas e encontrar amparo na regulação ambiental de modo que a gestão do saneamento e dos recursos hídricos precisa contemplar tais possibilidades nos instrumentos de regulação para que as comunidades mais afastadas das grandes estações de tratamento se beneficiem de alternativas para o tratamento dos esgotos *in loco*.

A drenagem pode fazer sua contribuição utilizando-se de estruturas de objetivo misto de controle de quantidade e qualidade das águas de escoamento superficial. Uma alternativa eficiente para fazer frente a esse problema na urbanização de favelas é a implantação de jardins filtrantes e bacias de sedimentação em pontos estratégicos da rede de drenagem, tais como o desamboque das galerias nos cursos d'água.

As estruturas de biorretenção, como os jardins filtrantes, tem por objetivo tratar e descontaminar as águas de escoamento superficial por meio de processos de biorretenção na zona de raízes da vegetação plantada nos jardins. Além disso, contribuem para a infiltração das águas de escoamento superficial, colaborando para o controle das cheias.

Os jardins filtrantes demandam uma área superficial para a sua implantação que pode ser obtida nas áreas de parques fluviais, como parte do paisagismo local. Quando bem mantidos, não ocasionam mau cheiro nem acúmulo de lodo. A sua manutenção é realizada manualmente, constituindo uma função de jardinagem que pode ser exercida por membros da população local, devidamente capacitados, constituindo uma atividade econômica e uma fonte de renda adicional para as famílias locais. Isto constitui uma oportunidade de participação social e apropriação dos espaços de uso múltiplo, gerando benefícios sociais para além do controle das cheias e da qualidade das águas de escoamento superficial.

Uma premissa central a ser adotada para o estudo de alternativas para o manejo das águas pluviais em assentamentos precários, portanto, é de que as soluções encontrem sustentabilidade do ponto de vista dos objetivos gerais da drenagem urbana, conciliando os aspectos de qualidade e quantidade.

### **Premissa 2:**

### **A participação social na construção das soluções é fundamental.**

A apropriação dos equipamentos de drenagem sustentável pela população é fator imprescindível para a sua sustentabilidade e funcionamento de longo prazo. As soluções precisam atender aos anseios da população sem prescindir de suas funções múltiplas com relação aos objetivos da drenagem urbana.

Como demonstrado anteriormente, a adoção de estruturas de biorretenção gera uma atividade econômica – jardinagem especializada – que pode ser exercida por membros da população local, proporcionando fonte de renda complementar para as famílias.

Jardins de chuva, com a finalidade central de infiltração, podem ter outros tipos de vegetação associada ao seu funcionamento (como, por exemplo, pomares e mesmo hortas), contribuindo para a economia sustentável nas comunidades. Áreas institucionais, como escolas e centros culturais, e áreas de convivência multifamiliar, podem ser beneficiadas de várias formas com a implantação de tais medidas.

A comunidade bem-informada sobre as possibilidades poderá participar das decisões com maior propriedade. As oficinas devem ser realizadas desde o início do projeto e não apenas para apresentação final da solução previamente definida por outros atores. Isto, via de regra, não ocorreu nos estudos de caso avaliados nesta rede de pesquisa, em especial com relação aos projetos de drenagem.

Embora a participação social na urbanização de favelas esteja progressivamente mais presente, o mesmo não ocorre com relação aos projetos de drenagem urbana que compõem a infraestrutura de saneamento dos projetos. A solução, por esse motivo, acaba recaindo sobre os modelos convencionais de canalização, retificação e tamponamento dos cursos d'água, persistindo as condições insalubres de qualidade das águas, que inviabilizam a convivência da população com os cursos d'água.

**Premissa 3:****A solução para as enchentes urbanas precisa contemplar diversas frentes de proteção.**

Para garantir a resiliência frente a eventos extremos é preciso ter linhas de proteção sucessivas. Medidas descentralizadas e centralizadas, controle na fonte e a jusante, medidas estruturais e não estruturais. Planos de contingência, sistemas de alerta, monitoramento integrado – todos esses elementos fazem parte de um planejamento para o enfrentamento das inundações em um cenário de mudanças climáticas e de populações vulneráveis ao risco das enchentes urbanas.

A primeira faixa de proteção é a não ocupação das áreas frequentes de inundação. Em assentamentos precários junto a cursos d'água, é comum, por exemplo, a presença das casas-ponte. Tais edificações não encontram possibilidade de permanência segura uma vez que estão instaladas dentro dos cursos d'água e não há sistema estrutural que possa protegê-las das inundações durante as chuvas mais fortes. Estas edificações devem ser realocadas. As demais edificações devem ter sua permanência ou realocação avaliada conforme o limiar de risco de inundação da área em que estiverem instaladas.

Neste ponto, avalia-se o risco a partir de um parâmetro estatístico de referência: o Tempo de Retorno (TR) da cheia, que é o tempo médio em que um evento é igualado ou superado. As áreas sujeitas a TRs baixos, por exemplo, que sofrem inundação todos os anos, ou a cada dois anos, não devem ser ocupadas. Áreas de TRs a partir de cinco até 100 anos podem ter sua ocupação associada a elementos estruturais de proteção, tais como canais e galerias de drenagem, estruturas de infiltração e bacias de detenção, em conjunto com elementos não estruturais, tais como os sistemas de alerta.

Com relação aos eventos hidrológicos extremos, os maiores riscos residem nos deslizamentos de terra e nas enchentes. Embora constituam processos completamente distintos – os deslizamentos, de natureza geológico-geotécnica, e as inundações, de natureza hidrológico-hidráulica (sendo estas o foco principal da presente publicação), ambos os fenômenos têm como fator desencadeador as chuvas de forte intensidade, de modo que o monitoramento e alerta pluviométricos constituem elemento fundamental para o convívio seguro com as chuvas em favelas.

Haja vista que uma das premissas da urbanização de favelas é de que parte relevante das edificações deverá permanecer no local, recebendo infraestrutura urbana adequada, e que tal infraestrutura deverá compor um adequado sistema de monitoramento e alerta para chuvas. O conhecimento técnico na implantação de sistemas é amplo no Brasil, não residindo, nesse aspecto, dificuldades técnicas para a sua implantação.

Resumidamente, um sistema de alerta eficiente tem os seguintes componentes:

- Estudo prévio dos limiares de precipitação que desencadeiam os processos de escorregamento, enxurradas e inundações; delimitação das faixas de precipitação com correspondentes níveis de atenção, alerta e emergência;
- Mapeamento das áreas de risco, definição criteriosa das edificações em situação de risco para eventos extremos;
- Instalação dos equipamentos de monitoramento – pluviômetros (medição de chuva), fluviômetros (medição de nível d'água nos rios) e piezômetros (medição de nível e pressão da água no solo);
- Instalação dos sistemas de emissão de alerta: sirenes, mensagens via celular, rádio e outros;
- Planos de contingência delineados para a ação durante os eventos de chuva intensa, com participação fundamental da Defesa Civil;
- Treinamento de lideranças comunitárias para aprender o que fazer no momento do alerta; definição de rotas seguras para abrigos seguros e suficientes;
- Planejamento da desmobilização do alerta, com retomada das atividades corriqueiras da comunidade.

A aplicação de diversas frentes de proteção, portanto, contempla três conjuntos de medidas:

- Planejamento do uso e ocupação do solo;
- Proteção estrutural contra enchentes, e
- Sistemas de alerta.

A própria proteção estrutural, por sua vez, deve contemplar também sucessivos níveis de atuação:

- Medidas nos lotes – tais como o amortecimento, armazenamento e infiltração das águas de chuva nos lotes residenciais, comerciais e de serviços;
- Medidas nas áreas públicas e institucionais – nas ruas, calçadas, praças, escolas, centros culturais e prédios públicos, como os pavimentos permeáveis, micro reservatórios de amortecimento, jardins de chuva, trincheiras de infiltração;
- Medidas centralizadas na bacia hidrográfica – áreas de detenção das águas de chuva (bacias de amortecimento) e jardins filtrantes;
- Medidas lineares – canalizações lentas, parques fluviais, galerias e canais de macrodrenagem.

Os sistemas complementares e redundantes de drenagem constituem a chamada proteção em frentes sucessivas, que contempla medidas de diversas naturezas, em diferentes escalas, contribuindo para a resiliência das cidades frente a eventos extremos de precipitação.

#### **Premissa 4:**

**Priorizar as soluções baseadas na natureza, que operam por gravidade e que acumulam funções diversas, resultando em melhor relação custo-benefício**

Quando se tem a qualidade aliada à quantidade como elementos estruturantes da drenagem urbana, torna-se muito mais viável adotar as soluções que integram o rio à paisagem urbana.

As soluções baseadas na natureza, descentralizadas ou centralizadas, são aliadas na busca pela reinserção paisagística dos rios urbanos e pelo convívio harmonioso entre população e as águas urbanas. Em alguns casos, elas poderão substituir elementos convencionais de drenagem e, em outros, atuar de maneira complementar. É importante, portanto, que estejam sempre presentes, por contemplar também o elemento de participação e apropriação social e comunitária, além das múltiplas funções estruturais,

Quando necessária a adoção de soluções de amortecimento em grande escala, como as bacias de detenção e retenção (piscinões), a melhor solução é sempre a mais natural, que opera por gravidade, com taludes e fundo naturais. Diz-se “melhor solução” considerando tanto os aspectos de custo – bacias de detenção online são dezenas de vezes mais baratas de se implantar do que piscinões profundos, com operação por bombeamento, paredes de concreto e laje de cobertura – quanto os de manutenção. É mais barato fazer a manutenção em estruturas rasas, abertas e que não demandam bombeamento e de usos múltiplos. Bacias de detenção abertas podem funcionar como espaços de infiltração, biorretenção, recreação e paisagismo.

A adoção de soluções centralizadas não deve necessariamente ser descartada, mas deve ser considerada exclusivamente em último caso, quando todas as demais alternativas forem descartadas, após amplo e detalhado estudo de alternativas e avaliação de custo-benefício.

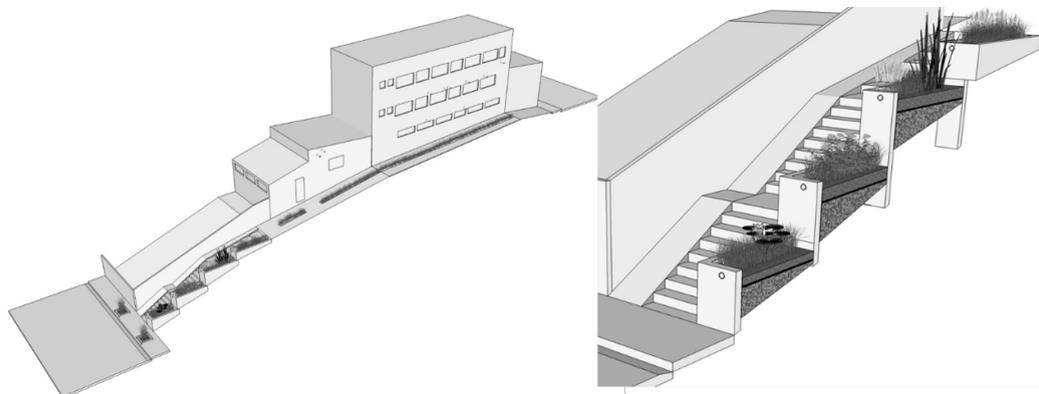
## **EXEMPLOS DE SOLUÇÕES DE DRENAGEM PARA APLICAÇÃO EM URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**

### **Escada hidráulica com múltiplas funções**

A escada hidráulica é uma estrutura que tem por finalidade conduzir a água através de terrenos com fortes declividades, controlando a velocidade de escoamento por meio de pequenos trechos (degraus) de declividade reduzida, e com proteção estrutural contra a erosão provocada pelas altas cargas cinéticas do escoamento.

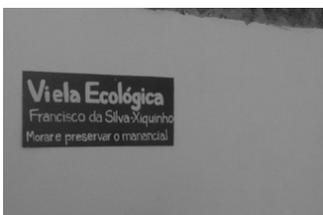
Tais estruturas, muito utilizadas em terrenos acidentados e em taludes, por exemplo, de rodovias, são aliadas fundamentais para o controle das enxurradas na urbanização de favelas. Podem ter função múltipla, como a condução adequada das águas de chuva, em paralelo com via segura em degraus para pedestres e função paisagística. Podem, também, acomodar hortas comunitárias na estrutura lateral.

Exemplos de aplicação dessa solução podem ser visualizadas na **Figura 1** e na **Figura 2**, que apresentam, respectivamente, projetos e imagens de implantação de medidas de drenagem sustentável denominados Viela Ecológica Francisco Antônio da Silva – Xiquinho, no Bairro dos Alvarenga, em São Bernardo do Campo (SP).



**Figura 1. Projeto de Implantação da Viela Ecológica Xiquinho (escada hidráulica com função múltipla – acesso e horta comunitária).**

Fonte: Projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2016).



**Figura 2. Fotos da Viela Ecológica Xiquinho: escada hidráulica com função múltipla – acesso e horta comunitária.**

Fonte: Projeto da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (2016).



**Figura 3.** Vegetação para alagados construídos: (a) *Typha sp.* (Taboa); (b) *Eleocharis sp.* (Junco) e (c) *Eichhornia crassipes* (Jacinto d'Água, Aguapé, Baronesa, Rainhad-dos-Lagos).

Fonte: Benassi (2018).

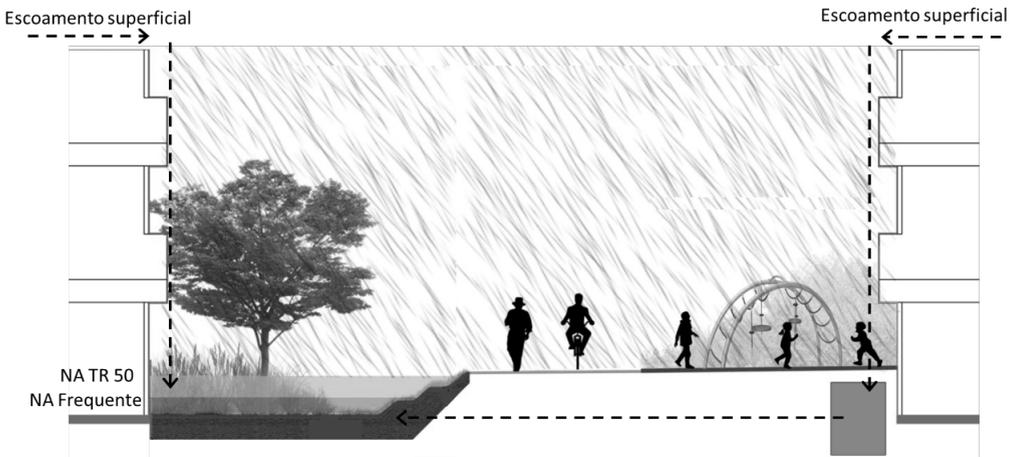
### Jardins filtrantes

Os jardins filtrantes (ou *wetlands* construídas) são estruturas que atuam na escala de macrodrenagem, tratando os escoamentos de base dos rios e córregos urbanos ou as águas advindas de galerias, antes que adentrem os cursos d'água principais. O escoamento é direcionado para o jardim filtrante e, após passar pela zona de raízes, onde ocorre o tratamento, é encaminhado para o curso d'água. Tem vegetação específica para promover o tratamento das águas sem provocar mau cheiro ou colmatação. Esses sistemas são projetados para utilizar plantas aquáticas e micro-organismos para controlar a poluição da água, melhorando sua qualidade (BENASSI, 2018). Sua manutenção consiste na limpeza e remoção do lixo no gradeamento de entrada e na poda regular da vegetação, que pode ser feita por pessoas da comunidade local, desde que devidamente capacitadas, gerando fonte complementar de renda para famílias.

Como exemplos de vegetação aquática tipicamente utilizadas no Brasil para alagados construídos podem ser citados a *Typha sp.* (Taboa), a *Eleocharis sp.* (Junco) e a *Eichhornia crassipes* (Jacinto d'Água, Aguapé, Baronesa, Rainhad-dos-Lagos), apresentadas na **Figura 3**.

### Jardins de chuva com horta ou pomar comunitários

Os jardins de chuva são estruturas de pequeno porte que têm por finalidade principal infiltrar as águas de escoamento superficial e proporcionar áreas verdes com função paisagística e de redução de ilhas de calor. Eles consistem em



**Figura 4.** Jardim de chuva implantado no *Ecoquartier Camille Claudel*, Distrito Ecológico, França.

Fonte: Phytorestore, Projeto (2010).

uma camada superficial de substrato, na qual é plantada a vegetação do jardim, a qual deve ser resistente à submersão periódica, seguida de uma camada subsuperficial preenchida com brita. Por sua vez, esta tem por finalidade armazenar as águas de chuva enquanto infiltram-se lentamente para o subsolo, promovendo a recarga do aquífero. O escoamento excedente é encaminhado para o sistema convencional de galerias de drenagem.

Ou seja, enquanto uma parcela do escoamento superficial é infiltrada (reduzindo, assim, os volumes de cheia), outra parcela é encaminhada para as galerias de drenagem após passar pelo jardim, e com melhor qualidade, promovendo o controle da poluição difusa. A vegetação do jardim de chuva pode ser de qualquer tipo resistente a inundações periódicas, tais como pomares, por exemplo, ou alguns tipos de legumes. Além dos benefícios mencionados proporcionados pelos sistemas de biorretenção, destacam-se: fornecer áreas de lazer e espaços ecológicos para recreação, promover a transição entre espaços públicos e privados e reduzir a predominância das estruturas cinzas nos espaços urbanos (WORLD BANK, 2021).

Na **Figura 4**, é apresentado como exemplo desta solução um esquema do jardim de chuva implantado no *Ecoquartier Camille Claudel*, Distrito Ecológico, França.



**Figura 5.** Biovaleta implantada na Av. 23 de Maio, em São Paulo (SP).

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2021).



**Figura 6.** Biovaleta implantada no *Ecoquartier Camille Claudel*, Distrito Ecológico, França.

Fonte: Phytorestore, Projeto (2010).

## Biovaletas

Constituem um tipo de jardim de chuva em que predomina a dimensão do comprimento em relação às demais, sendo implantadas ao longo de calçadas com a finalidade de captar, infiltrar e tratar as águas da microdrenagem. As biovaletas acumulam as mesmas funções e benefícios dos jardins de chuva, podendo receber o escoamento superficial das áreas contíguas advindo das calçadas. E, também, o encaminhamento, por meio de calhas das águas superficiais dos lotes urbanos.



**Figura 7. Reservatório de água de chuva para uso em fins não potáveis (Parque Pennant Hills, Austrália).**

Fonte: *Department of Environment and Conservation NSW, Austrália (2006).*

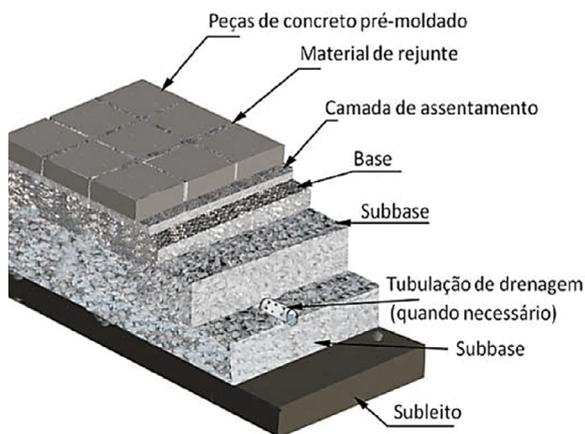
Exemplos de aplicação dessa solução podem ser visualizadas nas **Figuras 5 e 6**, que apresentam imagens de biovaletas implantadas na Avenida 23 de Maio, em São Paulo (SP), e no *Ecoquartier Camille Claudel*, Distrito Ecológico, França.

## Cisternas

As cisternas são reservatórios pequenos para o armazenamento de águas de chuva para utilização em fins não potáveis, tais como a lavagem de superfícies e a rega de jardins e hortas. Podem ser utilizados para amortecer os escoamentos e fornecer fonte complementar de água não potável, desde que tomados todos os cuidados para evitar a contaminação decorrente do uso para fins potáveis.

O uso de cisternas em lotes unifamiliares deve ser acompanhado de ampla educação ambiental, orientação e subsídio para a instalação e manutenção. Sua aplicação deve ser particularmente incentivada em lotes institucionais, como escolas, centros culturais e prédios públicos, com a função de promover a educação ambiental para a sustentabilidade no manejo das águas urbanas, além de fonte de água não potável para lavar pátios, regar hortas e descarga sanitária, por exemplo.

Um reservatório de água de chuva para uso em fins não potáveis instalado no Parque Pennant Hills, na Austrália, exemplifica o emprego dessa solução (**Figura 7**).



**Figura 8. Exemplo de estrutura de pavimento permeável.**

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2020).



**Figura 9. Pavimento permeável.**

Fonte: Associação Brasileira de Cimento Portland (2020).

## Pavimentos permeáveis

Pavimentos permeáveis são estruturas aplicáveis em áreas de circulação de veículos e pedestres que têm por finalidade infiltrar parte das águas de escoamento superficial, reduzindo os volumes de cheia decorrentes dessas áreas. São compostos por duas partes principais: um revestimento superficial, que consiste em um tipo de concreto com menor teor de finos na mistura (e, portanto, mais permeável), e uma camada subsuperficial composta por um reservatório de brita, onde a água fica armazenada enquanto infiltra lentamente no subsolo. O escoamento excedente é encaminhado para a rede convencional de drenagem através de uma tubulação extravasora para evitar o empoçamento das águas na superfície (**Figura 8**).

Por possuir menor quantidade de agregado fino em relação ao concreto ou concreto asfáltico comuns, o pavimento permeável tem menor resistência mecânica em relação aos pavimentos convencionais, devendo ser aplicado em vias de menor tráfego (não é recomendado para avenidas, por exemplo), tais como vielas, ruas secundárias e áreas de estacionamento. A **Figura 9** mostra um exemplo da utilização dessa solução na cidade de Portland, EUA.



**Figura 10. Parque Ecológico do Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo.**

Fonte: Departamento de Águas e Energia Elétrica, DAEE (sem data).

Este tipo de pavimento torna-se particularmente aplicável na urbanização de assentamentos precários em que, normalmente, é implantado um novo sistema viário e as ruas possuem tráfego predominante de pedestres e veículos leves.

## **Parques lineares ou Parques fluviais**

São estruturas de macrodrenagem caracterizadas por uma faixa de várzea preservada de ocupação sujeita à inundação periódica. Ela acumula funções de lazer, esportivas e de recreação. O curso d'água, nesses casos, tem seção mista composta por uma calha principal responsável por transportar o escoamento de base e cheias frequentes, e uma calha mais ampla, por onde irão escoar as vazões de cheia.

A calha maior pode ter uma berma (platô) seguida de talude para, então, chegar ao nível da via de tráfego. Nessa berma e talude são implantados os elementos de parque, tais como vegetação, via de caminhada e ciclovia, bolsões de armazenamento cheia com função de recreação, *playground*, academia ao ar livre, mirantes de contemplação, bancos, coretos, bicicletário, dentre outros. A seção principal do canal pode ter revestimento liso que possibilite o escoamento das águas prevenindo o assoreamento, ao passo que a seção ampliada deve ter revestimentos naturais e vegetação de parque.

O Parque Várzeas do Tietê, na Região Metropolitana de São Paulo (**Figura 10**) representa um exemplo de utilização dessa solução.



**Figuras 11 a, b, c. Parque das Acácias, Uberaba (MG).**

Fonte: Hidrostudio, Projeto (2000).

## Bacias de detenção

As bacias de detenção podem ser necessárias para amortecer os picos de cheia e evitar sua transferência para jusante, atendendo principalmente ao critério de vazão de restrição – adequar os volumes de cheia à capacidade dos cursos d’água, evitando a ampliação de capacidade para comportar as cheias excedentes. Elas são estruturas de drenagem sustentável com aplicação na escala de bacia hidrográfica, que tem por principal vantagem o amortecimento de grandes volumes de cheia para fazer frente aos eventos extremos de precipitação sem transferir os picos de cheia para a jusante. Devem ser implantadas complementarmente a todas as demais formas de amortecimento e infiltração distribuídas na bacia e, preferencialmente, operar por gravidade e ter revestimentos naturais, associadas aos parques lineares, com função múltipla de paisagismo e recreação no tempo seco.

Nas **Figuras 11**, é possível visualizar o reservatório no Parque das Acácias, em Uberaba (MG), que possui 120.000 m<sup>2</sup> de área verde com infraestrutura para lazer.

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE A ABORDAGEM ALTERNATIVA PARA A DRENAGEM NA URBANIZAÇÃO DE FAVELAS**

A abordagem descentralizada, com foco na infiltração e no tratamento das águas de escoamento superficial, com soluções integradas nas diferentes escalas, associada à gestão do risco de inundações, constitui inovação no manejo de águas pluviais urbanas e demanda um arranjo institucional adequado para permitir o seu planejamento, projeto, implantação e manutenção. Dentro da esfera do poder público municipal, diferentes secretarias serão envolvidas, tais como habitação, obras e verde / meio ambiente, além da autarquia ou empresa de saneamento local.

Uma matriz de responsabilidades deve prever, para cada parte do sistema, a quem cabe a construção, operação e manutenção, além da fiscalização e controle para evitar a ocupação das áreas de várzea a serem preservadas.

Neste ponto, reside fundamentalmente a importância da participação social. Quando a comunidade se apropria de um sistema, a sua gestão e manutenção são facilitadas. Muitos são os benefícios para a melhoria da relação entre a cidade e a infraestrutura de manejo das águas pluviais advindas de uma abordagem com foco nas pessoas, na paisagem e na sustentabilidade em vez da abordagem tradicional, com foco no sistema viário e na condução das águas de maneira rápida e eficiente, mas não necessariamente sustentável.

Um sistema de manejo de águas pluviais sustentável possibilita um ambiente mais seguro, uma cidade mais agradável, mais protegida contra as enchentes e uma população mais participativa e responsável.

## REFERÊNCIAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE CIMENTO PORTLAND. **Aplicação e Requisitos para Pavimento Intertravado Permeável**. PR-2 – Prática Recomendada N. 2 – Agosto de 2020.

BENASSI, R. F. (org). **Manual de sistemas de *wetlands* construídas para o tratamento de esgotos sanitários**: implantação, operação e manutenção. 1ª ed. Santo André – SP. Editora da Universidade Federal do ABC, 2018, 56p.

CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

SÃO PAULO (Estado). DAEE investe R\$ 37,8 milhões na manutenção de 24 piscinões de SP. Notícias. **Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) de São Paulo**, s.d. Disponível em: <http://www.daee.sp.gov.br/site/daee-investe-r-378-milhoes-na-manutencao-de-24-piscinoes-de-sp/>. Acesso em novembro 2021.

SÃO PAULO (Estado). **Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê – PDMAT 1**. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 1998c.

SÃO PAULO (Estado). **Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê – PDMAT 2**. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2009.

SÃO PAULO (Estado). **Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê – PDMAT 3**. Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE), 2013.

SÃO PAULO (Cidade). **Divulgação Prefeitura Municipal em mídia digital oficial**: “Avenida 23 de Maio ganha a primeira biovaleta da capital”. acessado em <https://www.capital.sp.gov.br/noticia/avenida-23-de-maio-ganha-a-primeira-biovaleta-da-capital>, 2020

DEPARTMENT OF ENVIRONMENT AND CONSERVATION (NSW). **Managing Urban Stormwater: Harvesting and Reuse**. Report, Australia, December 2006, 137p.

WORLD BANK. **A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience**. Washington D.C. World Bank Group, 2021, 121 p.

# **FICHA TÉCNICA**

## **Geral**

**ORGANIZAÇÃO:** Luciana Nicolau Ferrara, Adauto Lucio Cardoso, Érica Cristine Medeiros Machado

**REVISÃO:** Pedro Bastos

**CAPA, PROJETO GRÁFICO E EDITORAÇÃO:** Lara Isa Costa Ferreira

**COORDENAÇÃO DA EDITORAÇÃO:** Érica Cristine Medeiros Machado

**APOIO TÉCNICO:** Ellen Emerich Carulli e Samuel Thomas Jaenisch

## **Pesquisa**

**DIRETO À CIDADE E HABITAÇÃO:**

A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários

**COORDENAÇÃO GERAL DA PESQUISA:**

Luciana Nicolau Ferrara

## **Equipes de Pesquisa**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ABC**

Ellen Emerich Carulli

Érica Cristine Medeiros Machado

Luciana Nicolau Ferrara

Melissa Cristina Pereira Graciosa

Gustavo Oliveira da Silva Santos

Lyssandra Almeida Leite

**JOSÉ DONATO DA SILVA**

**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**

Márcia Ferreira Prestes

Simone Aparecida Polli

Stella Maris da Cruz Bezerra

Ana Caroline Mezomo Carneiro

Letícia Giese de Andrade Cruz

Luan Henrique Rechetelo dos Santos

Raquel Guidolin de Paula

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE**

Érica Cristine Medeiros Machado

Bervylly Lianne de Farias Santos

Camila Silva dos Santos

Luma Gabriela Fonseca Alves

Maria Eduarda Barbosa da Veiga

Eldson Fernandes de Oliveira

Demóstenes Andrade de Moraes

Carlos de Oliveira Galvão

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ**

Juliano P. Ximenes Ponte

Roberta Menezes Rodrigues

Raul da Silva Ventura Neto

José Cláudio Cavalcante Blanco

Bruna Brazão, Camila Araújo

Mônica Regina Soares

Nayara Sales Barros

Josias Cruz

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO**

Fabiano Rocha Diniz

Tássia dos Anjos Tenório de Melo

Alice Caroline Rocha Acosta Lancellotti

Camilla Felipe de Barros

## **Apoios**

OBSERVATÓRIO DAS METRÓPOLES

FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO (FAPERJ)

LABORATÓRIO DE ESTUDOS E PROJETOS URBANOS E REGIONAIS  
(LEPUR /UFABC)

CONSELHO NACIONAL DE DESENVOLVIMENTO CIENTÍFICO E TECNOLÓGICO –  
INSTITUTOS NACIONAIS DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA (CNPQ / INCT)



**Fontes:** Baskerville e Helvetica

**Papel:** Pólen soft 80 g/m<sup>2</sup>



ISBN 978-65-89925-62-0



A pesquisa apresentada neste livro teve como objetivos identificar, tipificar e avaliar criticamente projetos e obras de urbanização de favelas que foram objeto do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), e nos quais o manejo de águas pluviais e a drenagem urbana foram centrais e estruturadores da intervenção. Reúne estudos de caso das seguintes cidades: São Paulo, Campina Grande, Belém do Pará, Curitiba e Recife. Registra os resultados da rede “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários”, desdobramento e continuidade da pesquisa Direito à Cidade e Habitação: um balanço do PAC – Urbanização de Favelas.



OBSERVATÓRIO  
DAS METRÓPOLES