

CAMILA SILVA DOS SANTOS

DESENCONTROS NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO:

POR UMA DRENAGEM SUSTENTÁVEL
PARA A BACIA DA RAMADINHA
EM CAMPINA GRANDE / PB



CAMILA SILVA DOS SANTOS

DESENCONTROS NO PROCESSO DE URBANIZAÇÃO:

por uma drenagem sustentável para a bacia da Ramadinha em Campina Grande /
PB

Trabalho de conclusão de curso submetido ao curso de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal de Campina Grande - Campus Campina Grande, como requisito à obtenção de título de bacharel em Arquitetura e Urbanismo.

Orientador: Demóstenes Andrade de Moraes

CAMPINA GRANDE – PB
2022



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
COORDENACAO DE GRADUACAO EM ARQUITETURA E URBANISMO
Rua Aprigio Veloso, 882, - Bairro Universitario, Campina Grande/PB, CEP 58429-900
Telefone: (83) 2101-1400
Site: <http://ctrn.ufcg.edu.br> - E-mail: ctrn@ufcg.edu.br

REGISTRO DE PRESENÇA E ASSINATURAS

ATA DE DEFESA PARA CONCESSÃO DO GRAU DE BACHAREL EM ARQUITETURA E URBANISMO,
REALIZADA EM 22 DE DEZEMBRO DE 2022

CANDIDATA/O: Camila Silva dos Santos

COMISSÃO EXAMINADORA: DR DEMÓSTENES ANDRADE DE MORAES – (PRESIDENTE), PROF. DR. CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO (EXAMINADOR INTERNO), ME. ANDRESA MONTENEGRO LIMA (EXAMINADORA EXTERNA).

TÍTULO DO TRABALHO: Desencontros no processo de urbanização: por uma drenagem sustentável para a bacia da Ramadinha em Campina Grande / PB.

EM SESSÃO PÚBLICA, APÓS EXPOSIÇÃO DE 20 MINUTOS, A CANDIDATA FOI ARGUIDA ORALMENTE PELOS MEMBROS DACOMISSÃO EXAMINADORA, TENDO DEMONSTRADO SUFICIÊNCIA DE CONHECIMENTO E CAPACIDADE DE SISTEMATIZAÇÃO NO TEMA DE SEU TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO (TCC), SENDO CONSIDERADA: **APROVADA** COM AS SEGUINTE NOTAS:

EXAMINADORES

EXAMINADOR 1 – PROF. DR DEMÓSTENES ANDRADE DE MORAES - **NOTA: 10,0**

EXAMINADOR 2 – PROF. DR. CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO - **NOTA: 10,0**

EXAMINADOR 3 – ME. ANDRESA MONTENEGRO LIMA - **NOTA: 10,0**

MÉDIA FINAL: 10,0

OBS. SERÁ CONSIDERADO SUFICIENTE O TRABALHO QUE RECEBER NOTA IGUAL A 5,0 (CINCO) OU SUPERIOR.

A COMISSÃO EXAMINADORA () **FEZ (X) NÃO FEZ** EXIGÊNCIAS DE COMPLEMENTAÇÃO NO TRABALHO. AS EXIGÊNCIAS DEVERÃO SER CUMPRIDAS NO PRAZO MÁXIMO DE 30 (TRINTA) DIAS E OS VOLUMES FINAIS ENTREGUES EM UMA VERSÃO IMPRESSA E UMA VERSÃO DIGITAL CONFORME DEFINIDA NA RESOLUÇÃO N° 03/2017 QUE REGULAMENTA O TCC DO CURSO DE GRADUAÇÃO EM ARQUITETURA E URBANISMO (CAU) DA UAEC/CTRN/UFCG.

EXIGÊNCIAS DE COMPLEMENTAÇÕES:

A COMISSÃO EXAMINADORA () **RECOMENDA** () **NÃO RECOMENDA** O TRABALHO PARA PARTICIPAÇÃO DE SELEÇÕES INTERNAS QUE VISEM A REPRESENTAÇÃO DO CAU UFGM EM CONCURSOS, PUBLICAÇÕES OU OUTROS DE MESMA NATUREZA. TAL RECOMENDAÇÃO SÓ SERÁ CONSIDERADA APÓS O DEPÓSITO DO VOLUME FINAL CORRIGIDO, CASO TENHAM SIDO FEITAS EXIGÊNCIAS DE COMPLEMENTAÇÃO NO TRABALHO.

NA FORMA REGULAMENTAR, FOI LAVRADA A PRESENTE ATA

DR DEMÓSTENES ANDRADE DE MORAES – (RESIDENTE)
PROF. DR. CARLOS DE OLIVEIRA GALVÃO (EXAMINADOR INTERNO)
ME. ANDRESA MONTENEGRO LIMA (EXAMINADORA EXTERNA)

APROVAÇÃO

- Segue a presente Ata de Defesa de Tese de TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO da candidata **CAMILA SILVA DOS SANTOS**, assinada eletronicamente pela Comissão Examinadora acima identificada.
- No caso de examinadores externos que não possuam credenciamento de usuário externo ativo no SEI, para igual assinatura eletrônica, os examinadores internos signatários certificam que os examinadores externos acima identificados participaram da defesa da tese e tomaram conhecimento do teor deste documento.



Documento assinado eletronicamente por **DEMOSTENES ANDRADE DE MORAES, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/12/2022, às 17:17, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



Documento assinado eletronicamente por **CARLOS DE OLIVEIRA GALVAO, PROFESSOR(A) DO MAGISTERIO SUPERIOR**, em 22/12/2022, às 21:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 8º, caput, da [Portaria SEI nº 002, de 25 de outubro de 2018](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site <https://sei.ufmg.edu.br/autenticidade>, informando o código verificador **3001426** e o código CRC **4124E32C**.

A todos aqueles que lutam por seus espaços,
mesmo com todas as adversidades.

| AGRADECIMENTOS

Ao ser divino que rege a vida, pelo apoio espiritual.

Aos meus pais Heliane e Eliezer, meus principais exemplos de profissionais e seres humanos, por sempre acreditarem em mim, por todo apoio, amparo e cuidado, não medindo esforços para me ajudar no que fosse preciso.

Aos meus irmãos Jamilly e Hyan, pelo companheirismo e cumplicidade.

Aos meus demais familiares, pelo carinho e apoio, especialmente a minha avó Eliasi (*In Memoriam*), que sempre tomou a frente para me ajudar, sempre me apoiou nos estudos e que sempre será meu maior exemplo de bondade. Mesmo não estando fisicamente presente nessa reta final do curso, tenho certeza que está vibrando por mim.

A meus amigos e companheiros de curso Helen, Emilly, Joesley, Jarddam, Gabriella, Ana Clara, Evandro e Grace, pelas conversas, partilha dos trabalhos, consolo, ajuda nos momentos de instabilidade e dúvidas, risadas, passeios, festas e noites viradas, se fazendo presente até quando existia muitos quilômetros de distância.

A meus companheiros de apartamento Maíla e Lucas, pelas conversas, risadas e divisão das contas e tarefas domésticas.

Aos meus professores, que foram a base dos conhecimentos adquiridos no curso, especialmente a meu orientador Demóstenes, por ter ajudado a me apaixonar pelo urbanismo, pela oportunidade de me descobrir pesquisadora e por todo processo de guia.

Aos colegas do Núcleo Paraíba do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia Observatório das Metrôpoles, Carol, Jobson, Luma, Bervylly, Érica e Carlos Galvão, por toda contribuição nas pesquisas desenvolvidas, compartilhando informações, conhecimentos e experiências.

A todos os funcionários técnicos e terceirizados da UFCG, por fazerem essa graduação possível e pela tentativa de oferecer um espaço e ensino de qualidade.

A assistência estudantil da UFCG, que por meio de auxílios financeiros, possibilitou minha permanência na instituição. Ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) e a FAPESQ (Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba) pelas bolsas de estudos que possibilitaram dedicação às pesquisas de iniciação científica.

A todos que direto ou indiretamente fizeram parte de minha formação.

A desigualdade social brasileira se representa, principalmente, nas condições precárias de moradia em assentamentos precários. A melhoria das condições desses assentamentos pode ser realizada por meio da sua urbanização e regularização e o maior programa de urbanização realizado até hoje no país foi o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) na modalidade urbanização de assentamentos precários (UAP). Em Campina Grande, Paraíba, foram realizadas quatro intervenções de urbanização por este programa a partir de 2007. Em uma destas, a Urbanização da Região do Bodocongó, foi realizada uma obra de macrodrenagem em um corpo d'água que cruzava a bacia da Ramadinha, com reassentamentos de famílias que ocupavam suas margens. Na bacia da Ramadinha, área objeto deste trabalho, foram realizadas intervenções básicas, convencionais e não integradas. A ênfase dada no presente trabalho à drenagem urbana sustentável, quanto às medidas e intervenções potenciais, é justificada pela existência de alagamentos mesmo após intervenção. Como principais referências para a abordagem e o desenvolvimento do trabalho foram consideradas o campo do Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD) e os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis (SUDS) para gestão integrada das águas. Quanto aos procedimentos metodológicos, foram utilizados: a revisão da literatura; a pesquisa documental; a análise de correlatos; a avaliação das condições de habitação, mobilidade e drenagem; a identificação e avaliação de parâmetros e instrumentos legais; e a verificação da possibilidade da utilização de técnicas de drenagem sustentáveis. Com o desenvolvimento do trabalho foi possível constatar os diversos problemas relacionados à drenagem na bacia da Ramadinha e elaborar cenários para a adoção da drenagem sustentável, garantindo também a criação de espaços de lazer, melhorias nos equipamentos e pavimentações, demonstrando a importância da abordagem da drenagem urbana sustentável e da utilização dos SUDS para a melhoria da realidade dos moradores da área de estudo. Evidenciou-se a partir deste trabalho que a drenagem urbana sustentável integrada é uma abordagem imprescindível à urbanização das cidades brasileiras, em especial para o enfrentamento das inadequações e riscos socioambientais nos assentamentos precários.

Palavras-chave: Urbanização, Assentamentos precários, Abordagem integrada, Desenho urbano sensível à água, Drenagem urbana sustentável.

The Brazilian social inequality is represented, mainly, in the precarious housing conditions in precarious settlements. The improvement of the conditions of these settlements can be carried out through their urbanization and regularization and the largest urbanization program carried out to date in the country was the Growth Acceleration Program (PAC) in the form of urbanization of precarious settlements (UAP). In Campina Grande, Paraíba, four urbanization interventions have been carried out by this program since 2007. In one of these, the Urbanization of the Bodocongó Region, a macro-drainage work was carried out in a body of water that crossed the Ramadinha basin, with resettlement of families that occupied its margins. In the Ramadinha basin, the area object of this work, basic, conventional and non-integrated interventions were carried out. The emphasis given in this work to sustainable urban drainage, in terms of measures and potential interventions, is justified by the existence of flooding even after intervention. As main references for the approach and development of the work, the field of Urban Design Sensitive to Water (WSUD) and Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) for integrated water management were considered. As for methodological procedures, the following were used: literature review; documentary research; the analysis of correlates; assessment of housing, mobility and drainage conditions; the identification and evaluation of parameters and legal instruments; and the verification of the possibility of using sustainable drainage techniques. With the development of the work, it was possible to verify the various problems related to drainage in the Ramadinha basin and to elaborate scenarios for the adoption of sustainable drainage, also guaranteeing the creation of leisure spaces, improvements in equipment and paving, demonstrating the importance of the drainage approach. sustainable urban development and the use of SUDS to improve the reality of the residents of the study area. It was evident from this work that integrated sustainable urban drainage is an essential approach to the urbanization of Brazilian cities, especially to face the inadequacies and socio-environmental risks in precarious settlements.

Keywords: Urbanization, Precarious settlements, Integrated approach, Urban design sensitive to water, Sustainable urban drainage.

| LISTA DE FIGURAS

Figuras 1, 2, 3, 4 - Cartograma de localização da bacia.....	21
Figura 5 - Cartograma de localização da ZEIS na bacia.....	23
Figura 6 - Cartograma de intervenções na região de Bodocongó.....	25
Figura 7 - Cartograma de etapas da intervenção na bacia da Ramadinha.....	27
Figura 8 - Parte do canal e seu entorno sem conclusão das obras.....	28
Figura 9 - Cartograma de áreas de risco da cidade de campina Grande.....	29
Figura 10 - Casas com barreira na rua Mario Rodrigues Coura.....	30
Figuras 11 e 12 - Antes e depois da renaturalização do rio Kallang.....	43
Figuras 13, 14, 15 e 16 - Testes de bioengenharia monitorando a progressão, estabilidade e crescimento.....	44
Figura 17 - Espaço de recreação no parque Bishan-Ang Mo Kio.....	45
Figura 18 - Caminhos e passarela do parque Bishan-Ang Mo Kio.....	45
Figura 19 - Via elevada sobre o antigo leito do Cheonggyecheon.....	46
Figura 20 - Córrego Cheonggyecheon e suas vias marginais.....	47
Figura 21 - Córrego Cheonggyecheon com destaque ao material de demolição reutilizado.....	47
Figura 22 - Cartograma de área de remoções e reassentamento.....	55
Figura 23 - Cartograma de percentual de ocupação da bacia da Ramadinha.....	57
Figura 24 - Cartograma de percentual de permeabilidade da bacia da Ramadinha.....	57
Figura 25 - Cartograma de equipamentos da bacia da Ramadinha.....	58
Figura 26 - Cartograma de tipos de vias da bacia e entorno.....	61
Figura 27 - Cartograma de rotas e paradas de ônibus da bacia.....	62
Figura 28 - Cartograma de calçadas da bacia.....	63
Figura 29 - Cartograma de rede de água da bacia e entorno.....	65
Figura 30 - Projeto de drenagem tubular do canal.....	66
Figura 31 - Cartograma de áreas permeáveis públicas da bacia.....	68
Figura 32 - Cartograma de área recomendada para nova ZEIS.....	81
Figura 33 - Cartograma de susceptibilidade à inundação e alagamento da Bacia da Ramadinha.....	84
Figura 34 - Cartograma de áreas selecionadas para intervenção.....	85
Figura 35 - Imagem de satélite de áreas e vias selecionadas para intervenção.....	86
Figura 36 - Sistema de biorretenção.....	90
Figura 37 - Pavimento permeável intertravado.....	90
Figura 38 - Trincheira de infiltração.....	91
Figura 39 - Barreira vegetal de contenção aplicada na entrada do bloco BU da UFCG.....	92
Figura 40 - Representação esquemática de uma trincheira de infiltração em corte e vista.....	94
Figura 41 - Representação esquemática de um sistema de biorretenção em corte e vista.....	95
Figura 42 - Representação esquemática geral com aplicação dos SUDS.....	97
Figura 43 - Representação esquemática geral (trecho 1).....	98
Figura 44 - Representação esquemática geral (trecho 2).....	99
Figura 45 - Representação esquemática geral (trecho 3).....	100
Figura 46 - Representação esquemática geral (trecho 4).....	101
Figura 47 - Representação esquemática geral (trecho 5).....	102
Figuras 48, 49, 50, 51, 52, 53 - Ampliação de equipamentos, via e áreas.....	103

| LISTA DE TABELAS E QUADROS

Tabela 1 - Composição de Investimento na Região de Bodocongó.....	24
Quadro 1 - Principais informações a respeito dos elementos de drenagem convencionais	38
Quadro 2 - Principais informações a respeito de técnicas de SUDS.....	41
Quadro 3 - Comparação dos principais elementos de cada experiência.....	48
Quadro 4 - Dimensões, metas e descritores para avaliação das condições.....	53
Quadro 5 - Síntese da avaliação das condições habitacionais.....	59
Quadro 6 - Síntese da avaliação das condições de mobilidade.....	64
Quadro 7 - Síntese da avaliação das condições de saneamento e meio ambiente.....	69
Quadro 8 - Síntese dos parâmetros urbanísticos e legais municipais que impactam na drenagem sustentável e melhoria urbana	76
Quadro 9 - Principais características das técnicas de SUDS escolhidas para aplicação.....	87
Quadro 10 - Principais características dos equipamentos selecionados para intervenção	88
Quadro 11 - Principais características das áreas selecionadas para intervenção.....	88
Quadro 12 - Principais características das vias selecionadas para intervenção	89

| LISTA DE SIGLAS

APP	Área de preservação permanente
BID	Banco Interamericano de Desenvolvimento
CAGEPA	Companhia de Água e Esgotos da Paraíba
CEM	Centro de Estudos da Metrópole
DNIT	Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes
FNHIS	Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social
HBB	Programa Habitar Brasil
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPTU	Imposto Predial e Territorial Urbano
OGU	Orçamento Geral da União
NUDEC	Núcleo Comunitário de Defesa Civil
PAC	Programa de Aceleração do Crescimento
PMCMV	Programa Minha Casa Minha Vida
PPI	Projetos Prioritários de Investimentos
PROMORAR	Programa de Erradicação de Subhabitação
SNHIS	Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social
SUDS	Sistema Urbano de Drenagem Sustentável
UAP	Urbanização de Assentamentos Precários
UBS	Unidade Básica de Saúde
WSUD	Desenho Urbano Sensível a Água
ZEIS	Zona Especial de Interesse Social
ZRU	Zona de Recuperação Urbana

INTRODUÇÃO.....	10
1 O PROBLEMA	15
1.1. A URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NO BRASIL E EM CAMPINA GRANDE	16
1.2. A BACIA DA RAMADINHA.....	21
1.3. A ZEIS INVASÃO DA RAMADINHA II.....	22
1.4. A URBANIZAÇÃO DA BACIA DA RAMADINHA.....	23
2 REFERÊNCIAS PARA A DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL	33
2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O URBANISMO SENSÍVEL ÀS ÁGUAS	34
2.2. A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM INTEGRADA À DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL E AO URBANISMO SENSÍVEL A ÁGUA.....	35
2.3. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS.....	39
2.4. AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM INTEGRADA A PARTIR DA DRENAGEM E DO URBANISMO SENSÍVEL A ÁGUA EM ESTUDOS CORRELATOS	42
2.4.1. Parque Bishan-Ang Mo Kio, Singapura.....	43
2.4.2. Recuperação Córrego Cheonggyecheon, Seul, Coreia do Sul	46
2.4.3. Considerações a respeito da abordagem integrada nos correlatos	48
3 AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE NA ÁREA DA BACIA E AS RELAÇÕES COM A DRENAGEM URBANA.....	50
3.1. MÉTODO PARA AVALIAÇÕES DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE NA ÁREA DA BACIA	51
3.2. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO	55
3.3. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MOBILIDADE	60
3.4. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE.....	65
3.5. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS CONDIÇÕES DA HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE	70
4 ALTERNATIVAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA A BACIA DA RAMADINHA	72
4.1. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS MELHORIAS NA HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE WSUDS E SUDS.....	73
4.2. PARÂMETROS E INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS E LEGAIS PARA PROMOÇÃO DA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL E DE PROJETOS SENSÍVEIS A ÁGUA.....	74
4.2.1. Recomendações referentes a parâmetros urbanísticos para a drenagem urbana sustentável.....	79
4.3. ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL NA ÁREA DA BACIA.....	82
4.3.1. Verificação da possibilidade da utilização de técnicas e dispositivos de drenagem urbana compensatórios.....	83
4.3.2. Cenários de aplicação de dispositivos de drenagem urbana compensatório e intervenções urbanísticas complementares	92
4.4. AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS PARA PÓS APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS	104
CONSIDERAÇÕES FINAIS	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	110

| INTRODUÇÃO

Os assentamentos precários são locais ocupados por moradores de baixa renda, em sua maioria de modo irregular, caracterizados pelas infraestruturas precárias, localizados em áreas mal servidas por sistemas de transporte e equipamentos, sujeitas a diversos riscos ambientais e geológicos, com edificações muito adensadas, com deficiências construtivas e insalubres e com uma origem de ocupação autônoma, considerando a insuficiência das ações do estado.

Muitos problemas habitacionais ambientais e de mobilidade nestes assentamentos nas cidades brasileiras são decorrentes das condições precárias da drenagem, além dos problemas de insalubridade, alagamentos e até inundações.

Quando se trata de drenagem urbana, na maior parte das obras de urbanização de assentamentos precários há uma predominância de sistemas convencionais e canalizações, o que, muitas vezes, não resolvem todos os problemas de alagamentos nas áreas sob intervenção podendo, ainda, acarretar impactos negativos para outras localidades a jusante.

Para tentar solucionar esses problemas são realizadas intervenções, que podem ter diferentes abordagens, sendo a mais indicada aquela que mantém as características das favelas, mas incorporando infraestruturas, equipamentos urbanos e melhorias das habitações de modo integrado, evitando assim a remoção desses assentamentos ou as demolições e reconstruções amplas.

Na cidade de Campina Grande, Paraíba, as ações de urbanização de favelas passaram a ser realizadas a partir dos anos 1980, porém sem resolver integralmente os problemas destes assentamentos e sem atender todas as demandas dos moradores desses assentamentos. Apenas a partir dos anos 2000, no período de implementação do Programa Habitar Brasil / BID (HBB), que ações mais abrangentes foram realizadas, como a urbanização das etapas 3 e 4 da comunidade de Pedregal.

Por meio do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) foram realizadas intervenções em algumas áreas com assentamentos precários de Campina Grande a partir de 2007, sendo elas denominadas Invasão “Linea” férrea do Araxá e Invasão Novo Horizonte, na Região do Bodocongó e na Região Sudoeste.

Para esse trabalho foi selecionada a urbanização de uma subárea da intervenção da Região do Bodocongó, a Bacia da Ramadinha. Este empreendimento do PAC em Campina Grande foi o mais abrangente quanto a obras e número de famílias beneficiadas, com a previsão da utilização de mais de 49 milhões reais e alcance de quase 1.800 famílias. A intervenção na Bacia da Ramadinha foi realizada em um curso d'água que se encontra entre os bairros da Ramadinha até o canal de Bodocongó (localizado no centro da bacia da Ramadinha), no bairro de mesmo nome.

As intervenções que ainda vêm ocorrendo a partir do Programa de Aceleração do Crescimento na modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP) na região da Bacia da Ramadinha, zona oeste de Campina Grande, melhoraram algumas das condições de infraestrutura, mobilidade e habitação, porém, ficaram limitadas a infraestruturas básicas, desvinculadas entre si e da realidade do local, bem como, restritas ao canal e seu entorno e com uso apenas das concepções convencionais de medidas estruturais. A drenagem urbana sustentável e o urbanismo sensível à água, portanto, são campos de conhecimento que poderiam ter sido considerados no estudo de alternativas urbanísticas.

Uma abordagem integrada é fundamental para intervenções em assentamentos precários, pela possibilidade de articular os campos urbanístico, ambiental, regulatório e infraestruturais e promover intervenções multidimensionais e sustentáveis nesses assentamentos. Considerando isso, intervenções urbanísticas complementares poderiam ter contribuído à promoção de uma drenagem urbana sustentável e, conseqüentemente, a uma melhoria nas condições gerais da área, principalmente quanto ao saneamento, mas também em relação à habitação e à mobilidade, não foram consideradas.

Como não é viável alterar estruturalmente uma intervenção que foi realizada em sua maior parte, torna-se importante identificar e avaliar medidas e intervenções urbanísticas complementares, alternativas, estruturais e não estruturais, principalmente nos campos ambiental e da drenagem urbana sustentável, considerando os históricos problemas relacionados a inundações e alagamentos na Bacia da Ramadinha.

Algumas iniciativas de gestão integrada das águas urbanas têm contribuído com essa perspectiva urbana sustentável, permitindo conciliar

com questões de mobilidade e habitacionais, entre elas o Water Sensitive Urban Design (WSUD), que busca integrar a gestão do ciclo da água ao desenvolvimento das cidades, tratando a água como um recurso, não um dejetivo e o Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS), que são técnicas focadas na interceptação, armazenamento e/ou infiltração das águas pluviais o mais próximo do local da precipitação.

O presente trabalho teve como referências técnicas principais a pesquisa PIBIC “Avaliações das condições habitacionais, de mobilidade, de saneamento e ambientais da urbanização do Bodocongó em Campina Grande / PB” (SANTOS; MORAES, 2021) e os estudos realizados pelo Núcleo Paraíba do Observatório das Metrôpoles, constituintes dos relatórios e do capítulo de livro intitulado “A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários” (MACHADO et al., 2022). A partir destes estudos emergiu o interesse por parte da autora deste trabalho de, não apenas complementá-los e atualizá-los, mas de explorar alternativas urbanísticas nos campos da drenagem urbana sustentável e das soluções de urbanismo sensível às águas.

O objetivo geral deste estudo é, portanto, estudar alternativas de medidas e intervenções de drenagem urbana sustentável complementares à urbanização da região da bacia da Ramadinha em Campina Grande. Para isso foram propostos três objetivos específicos, sendo eles: (i) avaliar os resultados esperados e alcançados da Urbanização da Região do Bodocongó em relação às condições habitacionais, de mobilidade, de saneamento e ambientais relacionando-os à drenagem urbana; (ii) definir parâmetros para utilização de técnicas e dispositivos complementares de drenagem urbana sustentável, em áreas públicas e privadas na área da bacia da Ramadinha; (iii) simular cenários de intervenções urbanísticas complementares, integradas e sustentáveis para a drenagem urbana na área da bacia da Ramadinha.

O presente trabalho foi organizado em quatro capítulos, além das considerações iniciais e finais. O primeiro, nomeado de “O problema”, traz um levantamento a partir da revisão de literatura a respeito da urbanização de assentamentos precários no Brasil e em Campina Grande, bem como dados e informações sobre a área objeto de estudo, a bacia da Ramadinha, em especial área da Zona Especial de Interesse Social da Ramadinha II, e sobre

seu processo de urbanização, adquiridos por meio de pesquisa documental referentes a Urbanização da Região de Bodocongó, das leis urbanísticas que têm efeitos sobre a área de estudo e de entrevistas com lideranças da área e técnicos municipais.

O segundo capítulo, chamado de “referências para a drenagem urbana sustentável”, apresenta uma revisão da Literatura tratando sobre a abordagem integrada; o urbanismo sensível às águas, a drenagem urbana sustentável e os dispositivos compensatórios de drenagem urbana. Além da Identificação e análise da aplicação de SUDS em estudos de caso.

O terceiro capítulo trata das avaliações das melhorias das condições de habitação, de mobilidade e de saneamento e meio ambiente e as relações com a drenagem urbana, pautada em descritores que podem afetar na adequação das soluções de drenagem das águas pluviais.

Por fim, o quarto capítulo, de nome “alternativas de drenagem sustentável para a bacia da Ramadinha” aborda quatro pontos: a identificação e avaliação de parâmetros urbanísticos e legais que possam contribuir, de forma integrada e para a promoção da drenagem urbana sustentável, bem como a sugestão de novos instrumentos e parâmetros; a verificação da possibilidade da utilização de técnicas e dispositivos de drenagem urbana compensatórios, em áreas públicas e privadas; a proposição, por meio de esquemas, de os cenários de aplicação dos SUDS selecionados para o entorno do canal e na ZEIS Invasão da Ramadinha II; e a sugestão de ações não estruturais para pós aplicação dos sistemas de drenagem sustentáveis.

1| O PROBLEMA

1.1. A URBANIZAÇÃO DE ASSENTAMENTOS PRECÁRIOS NO BRASIL E EM CAMPINA GRANDE

Assentamentos precários são os assentamentos urbanos inadequados como cortiços, loteamentos irregulares, favelas, conjuntos habitacionais degradados habitados por moradores de baixa renda. Têm como características predominantes: o uso residencial, a precariedade, o adensamento e a insalubridade; a irregularidade fundiária; deficiência de infraestrutura de saneamento e equipamentos; além de serem mal servidos por sistemas de transporte. Parte expressiva desses assentamentos está localizada em áreas que apresentam riscos geotécnicos ou de alagamentos (BRASIL, 2010).

As favelas, tipologia de assentamentos precários mais comum no Brasil, são assentamentos formados por moradias autoconstruídas e conseqüentemente com terrenos de dimensões irregulares, fora dos padrões vigentes de urbanização. São oriundas de ocupações ilegais e apresentam também precariedade ou insuficiência de infraestruturas (BRASIL, 2010).

As favelas ocupam, frequentemente, áreas não regularizadas, que não são de propriedade ou não estão com as posses reconhecidas legalmente. Seus moradores, posseiros, em sua maioria, não têm condições econômicas e sociais de estar no mercado imobiliário formal, sendo muitas vezes palco de lutas entre os proprietários da terra e os posseiros. Há outras irregularidades comuns nas favelas, como as ocupações em áreas de preservação ambiental, às margens de cursos ou corpos d'água ou áreas com declividade ou em áreas onde o parcelamento do solo não foi regularizado e, também, as dimensões de ruas e lotes não correspondem aos parâmetros urbanísticos mínimos (BUENO, 2000).

Outras irregularidades frequentes nas favelas referem-se à ocupação de áreas antes destinadas a espaços livres públicos ou de conservação, que por lei não podem ser ocupados, mas que não receberam obras e os terrenos foram ocupados. Ainda existem os riscos por estarem localizadas em faixas de domínio de ferrovias ou vias expressas, sobre adutoras, sob linhas de alta tensão. Além de todas estas irregularidades e problemas, parte das ocupações favelas pode ocorrer sobre infraestruturas já implantadas, principalmente, de saneamento mínimos (BUENO, 2000).

Nelas os terrenos inicialmente usados para circulação, com o passar dos anos vão sendo ocupados por edificações, criando acessos apenas por vias de pedestre ou escadarias, dificultando os serviços de coleta de lixo ou ambulâncias. Também é comum que obras de infraestrutura sejam executadas pelos próprios moradores de forma precária e sem ligação à rede oficial assim, o esgoto é lançado sem tratamento ou são construídas edificações nas linhas de drenagem e cursos d'água existentes, podendo causar a proliferação de insetos e doenças (MORETTI; DENALDI, 2018)

Sendo assim as favelas acabam se tornando causa e vítima da deterioração do ambiente urbano, visto que acabam interferindo nas infraestruturas de água, esgoto, drenagem e lixo, gerando problemas ambientais e consequências para os moradores da própria favela, entorno e até para a cidade (BUENO, 2000).

Uma pesquisa realizada pelo Centro de Estudos da Metrópole - CEM, que analisou 561 cidades do Brasil, revelou que cerca de 12,4 milhões, ou 14,1% da população residente nos municípios estudados viviam em assentamentos precários ou nos aglomerados subnormais, definidos pelo IBGE (BRASIL, 2007). Segundo estimativas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2020b) existem no Brasil mais de 5 milhões de domicílios, espalhados por mais de 13 mil aglomerados subnormais. Já na cidade de Campina Grande em 2019, a partir do IBGE, foram encontrados mais de 8 mil domicílios e reconhecidos 22 aglomerados subnormais, englobando 8476 domicílios (IBGE, 2020a). A produção desses assentamentos ocorre por meio da autoconstrução, os moradores constroem suas moradias e, também, vão desenhando de forma espontânea as ruas e quadras (MORETTI; DENALDI, 2018). Nessa produção caminham juntos os problemas sociais, econômicos, políticos e culturais (DENALDI; FERRARA, 2018).

Alguns tipos de políticas de intervenção têm sido praticados ao longo dos anos para tentar solucionar os problemas encontrados nesses assentamentos, como repressão, tolerância, subordinação e legitimação. No âmbito estatal o que predominou até os anos 1970 em relação aos assentamentos precários foi a omissão e as remoções. Enquanto no passado as ações eram principalmente voltadas para remoções, a partir do final dos anos 1970, as favelas passaram a ser objeto de intervenções de urbanização e regularização fundiária, com as ações, portanto, voltadas para a permanência

de seus moradores nas áreas urbanas (CARDOSO; DENALDI, 2018). A criação do Programa de Erradicação de subhabitação (PROMORAR), de âmbito federal, que atuou no Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Belo Horizonte entre outras cidades foi um marco para a urbanização de favelas (CARDOSO; DENALDI, 2018).

Nos anos 1980, devido à falta de recursos federais, os programas de urbanização de favelas foram mais locais, com iniciativas municipais e estaduais, como foi o caso do Projeto Mutirão e do programa Cada Família um Lote, para a regularização de lotes clandestinos, no Rio de Janeiro, e experiências de reurbanização de favelas com a manutenção da população em São Paulo. Ocorreram exceções, projetos que receberam financiamentos de agências internacionais, como por exemplo o Projeto Recife. A cidade de Recife também se destaca em 1983 pela criação das Zonas Especiais de Interesse Social na Lei Municipal de Uso e Ocupação do Solo (MORAES, 2019).

Na gestão de Itamar Franco (1991-1994) foi iniciado o Programa Habitar Brasil, com recursos do Orçamento Geral da União (OGU), que desenvolvia projetos de urbanização de favelas e produção de moradias, sob a responsabilidade dos Estados e dos Municípios. No governo de Fernando Henrique Cardoso o programa continuou e na sua segunda gestão (1999) houve uma parceria com Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e a partir disso o Programa Habitar Brasil/BID (HBB-BID) promoveu melhorias nas condições de habitação em favelas (CARDOSO; DENALDI, 2018).

Alguns programas locais apontaram para a integração das intervenções, como são os casos: do Programa de Saneamento Ambiental da Bacia do Guarapiranga – São Paulo, iniciado em 1992, com ações de articulação da questão ambiental com a urbanização de favelas e que consolidou as sub-bacias como unidades de planejamento; o Favela-Bairro – Rio de Janeiro, iniciado em 1993, que buscou que a urbanização de favelas fosse pensada como um problema de urbanismo; e o Santo André Mais Igual – Santo André, em 1977, com a urbanização de favelas integrada à habitação, educação, saúde, desenvolvimento econômico (MORAES, 2019).

A partir de 2003 durante a primeira gestão de Luís Inácio Lula da Silva (2003-2006) foi estruturada uma nova política nacional de habitação (BRASIL, 2004), criado o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social (SNHIS) e o

Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social (FNHIS) (Lei Federal 11.124/2005), com avanços nos âmbitos institucional e legal.

Em 2007, na segunda gestão do governo Lula (2007-2011) foi criado o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) para promover o desenvolvimento econômico a partir de investimentos em infraestruturas. Este programa teve duas fases: o PAC 1 (2007-2010), quando foi criada entre suas modalidades a “Urbanização de Assentamentos Precários” (PAC-UAP); e PAC 2 (2011-2014), quando houve articulação com o Programa “Minha Casa Minha Vida” (PMCMV).

O PAC-UAP foi o maior programa de urbanização de favelas do Brasil. Segundo Cardoso e Denaldi (2018), até o final de 2017 o programa teve um investimento de mais de R\$ 29 bilhões, alcançando 1072 municípios, correspondendo a todos os estados, e aproximadamente 2 milhões de famílias.

Existem experiências negativas relacionadas a essas intervenções que devem ser evitadas, como a remoção indiscriminada de famílias moradoras de assentamentos precários para conjuntos habitacionais na periferia, muitas vezes para conjuntos habitacionais inadequados (MORETTI; DENALDI, 2018).

Grande parte das obras de macrodrenagem prioriza a canalização, mesmo havendo possibilidade de renaturalização de corpos d'água. Nos assentamentos precários essa canalização se evidencia ainda mais, considerando o maior percentual de ocupação do solo, dificultando a ampliação das margens preservadas e sua renaturalização. Em alguns casos a canalização ocorre apenas nos trechos relativos à área objeto de intervenção, desconsiderando os impactos a jusante.

As obras de urbanização em assentamentos precários como as realizadas com recursos do PAC também sofreram com paralisações que acontecem devido a reprogramações, problemas com a empresa executora, problemas financeiros do proponente, bem como por problemas com a licitação, com órgãos de controle, com a comprovação da titularidade da área, com licenças ambientais, ausência de medição etc. Além disso, o andamento dos projetos é prejudicado, muitas vezes, por falta de experiência técnica nesse tipo de urbanização (CARDOSO; DENALDI, 2018).

Embora a política de urbanização ao longo dos anos tenha passado a buscar uma integração entre as questões econômicas, sociais, ambientais e

urbanísticas, muitas vezes não há melhorias ambientais. É comum que intervenções em cursos d'água não envolvam urbanizações nos assentamentos precários, tratando de forma desarticulada as infraestruturas de drenagem com os demais elementos de urbanização. Além disso, são priorizadas soluções convencionais, desconsiderando abordagens abrangentes (DENALDI, 2022).

A cidade de Campina Grande está localizada na região do semiárido do Brasil e, historicamente, sempre teve problemas relacionados à gestão dos recursos hídricos. A maioria dos assentamentos precários da cidade está localizada em margens de cursos d'água ou em áreas de relevo movimentado, o que acarreta a necessidade de intervenções complexas (MORAES et al., 2021).

As intervenções em relação às favelas em Campina Grande começaram a ser pautadas a partir de 1970, com ações de erradicação dos assentamentos e remoção das famílias para a periferia da cidade. Processos de urbanização, ainda parciais, só se iniciam a partir de 1980, a partir de uma tentativa de melhoria as condições habitacionais e de infraestruturas, deixando a população nas suas áreas de origem, principalmente por ações com recursos federais do PROMORAR (MORAES et al., 2021).

Nos anos 2000, destaca-se a urbanização das etapas III e IV do Pedregal por meio do programa Habitar Brasil/BID, implementado a partir de 2004 por iniciativa do Governo Municipal em parceria com o Governo Federal e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Esta intervenção foi considerada um marco para a urbanização de assentamentos precários no município (MORAES et al., 2021).

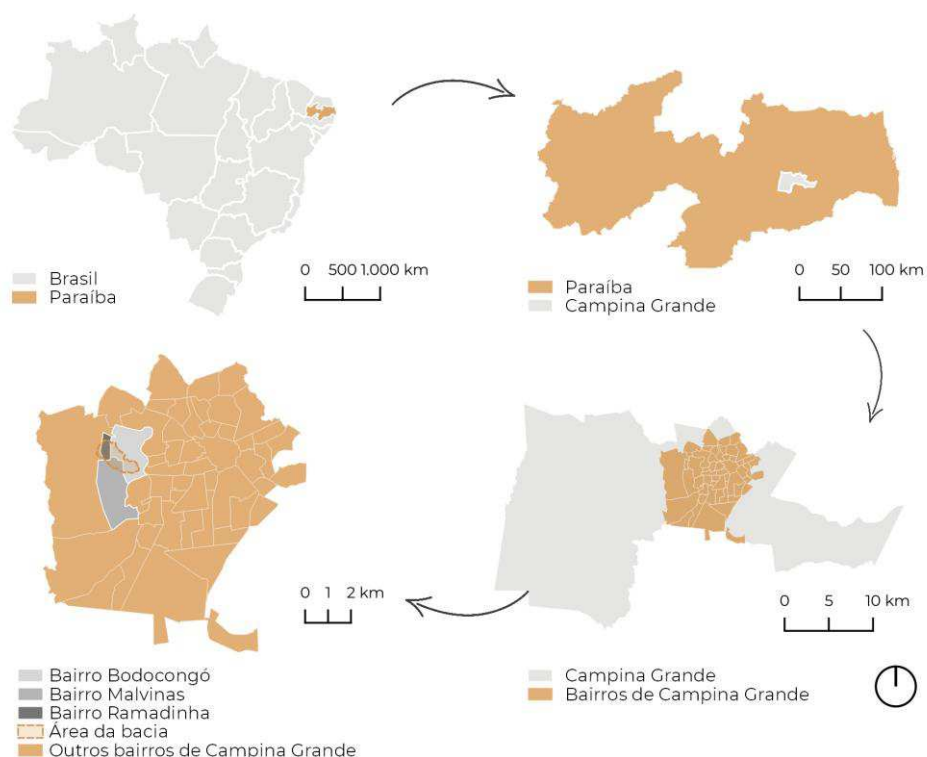
Pelo PAC-UAP foram realizadas quatro intervenções em assentamentos precários propostas pela Prefeitura Municipal de Campina Grande, sendo elas: Invasão “Línea” férrea do Araxá, tendo como objetivo a eliminação de riscos e provisão habitacional; Urbanização da Invasão Novo Horizonte, com provisão habitacional e a urbanização integral; Urbanização da Região Sudoeste, objetivando a integração de três assentamentos precários ao bairro e a cidade; e a Urbanização da Região de Bodocongó, com propósito de urbanização, eliminação de riscos e melhoria das condições de habitabilidade, sendo a que recebeu mais investimento (OLIVEIRA, 2019).

As intervenções do PAC-UAP, de forma geral, foram básicas e parciais, sem integração entre as ações. No caso das intervenções de drenagem, as abordagens foram convencionais, distantes de uma abordagem integrada, relacionada à drenagem urbana sustentável e muito restritas aos corpos d'água e seu entorno imediato.

1.2. A BACIA DA RAMADINHA

A área objeto deste trabalho é a bacia da Ramadinha, localizada entre os bairros Bodocongó, Ramadinha e Malvinas, região oeste de Campina Grande (Figuras 1 a 4). Segundo Alves et al., (2022, p.3) a bacia “possui cerca de 2,4 km de córregos em uma área urbana de 1,29 km²”.

Figuras 1, 2, 3, 4 - Cartograma de localização da bacia



Segundo dados do IBGE (2010), considerando os setores censitários que estão em sua maior parte dentro da área da bacia, a sua população estimada é de 11.354 moradores, com renda média dos responsáveis por domicílio de cerca de 730 reais, o que representa menos que 1 salário mínimo.

A bacia da Ramadinha é cortada pelo riacho da Ramadinha, afluente do riacho Bodocongó, esse segundo riacho corta a cidade na sua área oeste. Ela possui, ao todo, 128 ha de área. Apresenta como características um traçado predominantemente regular, embora suas quadras e lotes possuam variações de tamanho e formato, o que também se expressa em um sistema viário com diferentes traçados, bem como na variação de adensamento e ocupação do solo (MACHADO et al., 2022).

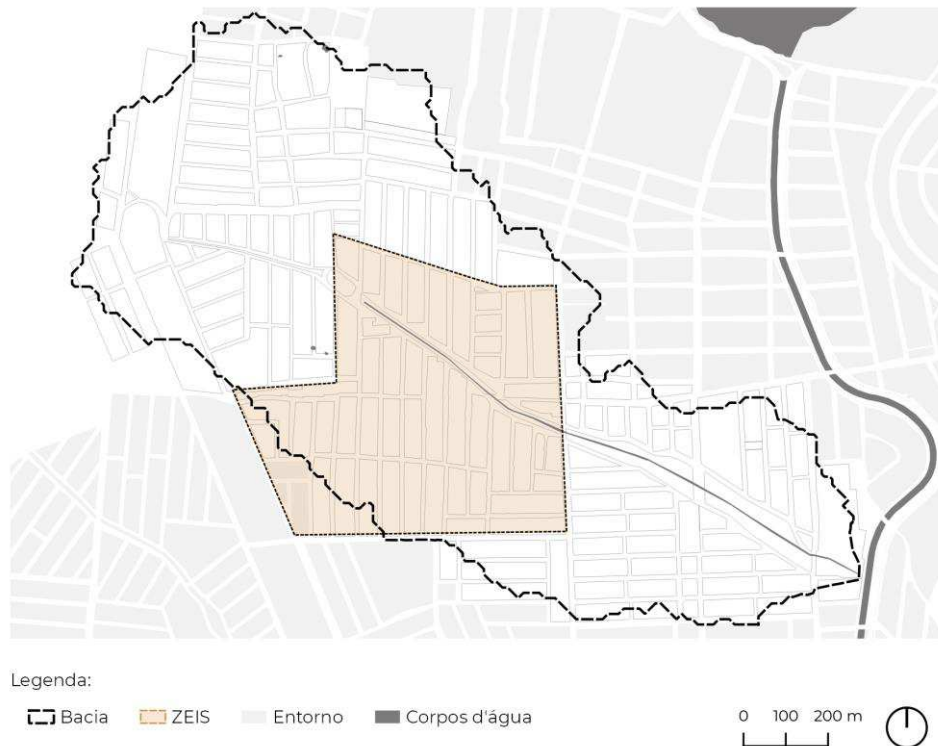
A referida bacia está localizada na Zona de Recuperação Urbana (ZRU), definida pelo Plano Diretor no seu Art. 18 como zona caracterizada pelo uso predominantemente residencial, com carência de infraestrutura e equipamentos públicos, incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda. A lei também apresenta os objetivos dessa zona (Art. 19), que são: complementar a infraestrutura básica; implantar equipamentos públicos, espaços verdes e de lazer; promover a urbanização e a regularização fundiária dos núcleos habitacionais de baixa renda; incentivar a construção de novas habitações de interesse social; conter a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis (CAMPINA GRANDE, 2006).

1.3. A ZEIS INVASÃO DA RAMADINHA II

Na área central da bacia se encontra a ZEIS Invasão Ramadinha II, localizada na bacia da Ramadinha, entre os bairros Bodocongó e Ramadinha, zona oeste de Campina Grande (Figura 5).

Ela foi instituída e prevista no Art. 12, inciso XIV, da Lei Municipal nº. 4.806/2009 de Campina Grande, que trata das ZEIS (CAMPINA GRANDE, 2009). As ZEIS são definidas no Plano Diretor em seu Art. 36 como as áreas do município que têm por objetivo assegurar à função social da cidade e da propriedade, sendo prioritariamente destinadas à regularização fundiária, à urbanização e à produção de habitação de interesse social. No caso da ZEIS Invasão da Ramadinha II, esta é classificada como ZEIS 1, que, ainda segundo Plano Diretor são áreas públicas ou particulares ocupadas por assentamentos precários de população de baixa renda na Macrozona Urbana (CAMPINA GRANDE, 2006).

Figura 5 - Cartograma de localização da ZEIS na bacia



Fonte: CAMPINA GRANDE, 2009

1.4. A URBANIZAÇÃO DA BACIA DA RAMADINHA

A urbanização de toda a região de Bodocongó foi planejada a partir dos recursos do Projetos Prioritários de Investimentos – PPI para intervenções em favelas do Programa de Aceleração do Crescimento. Seu orçamento inicial era de R\$ 31.500.000,00, que posteriormente foi ajustado para R\$ 49.916.500,44, sendo R\$ 7.301.610,14 de contrapartida municipal (Tabela 1). A intervenção teve início em 2007 e ainda se encontra em execução. Segundo Machado et al., (2022) 1783 famílias foram beneficiadas com a intervenção.

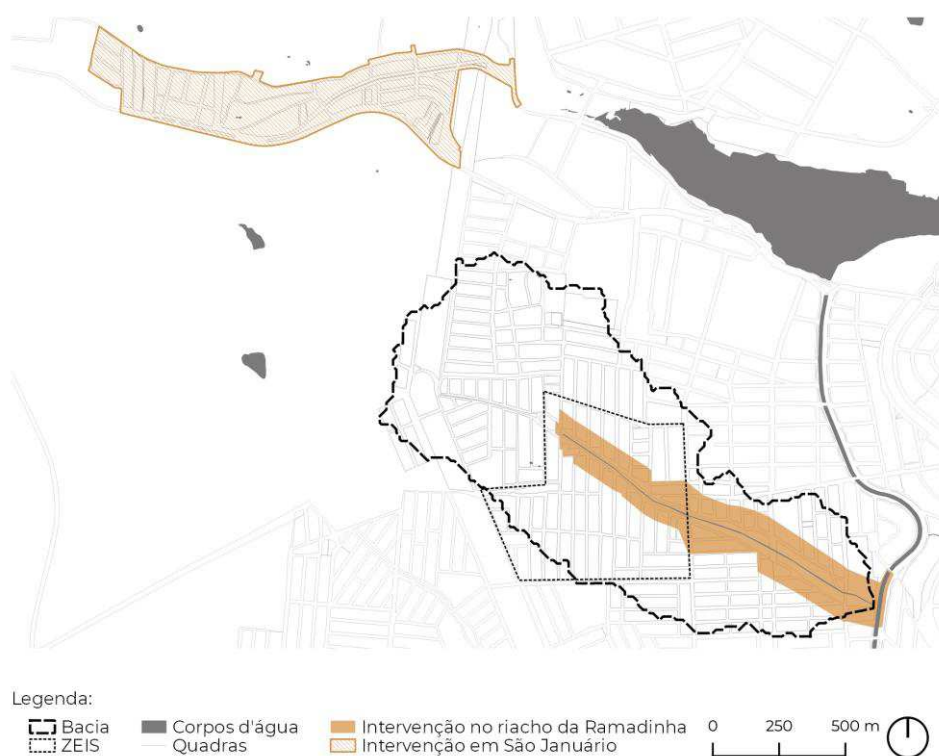
Tabela 1 - Composição de Investimento na Região de Bodocongó

AÇÕES	REPASSE DE VALORES			
	Período	União	Contrapartida	Total
Serviços Preliminares	Inicial	1.133.539,77	125.948,86	1.259.488,63
	Atual	812.887,05	34.324,50	847.211,55
Terraplanagem	Inicial	1.175.942,38	130.660,26	1.306.602,64
	Atual	5.979.543,69	802.626,24	7.242.897,51
Aquisição e desapropriação de terrenos	Inicial	614.520,00	68.280,00	682.800,00
	Atual	-	2.353.009,00	2.253.009,00
Projeto executivo	Inicial	434.087,19	18.086,97	452.174,16
	Atual	434.087,19	18.086,97	452.174,16
Regularização fundiária	Inicial	50.850,00	5.650,00	56.500,00
	Atual	50.850,00	5.650,00	56.500,00
Produção/aquisição de unidades habitacionais na área de intervenção	Inicial	8.638.885,71	959.876,19	9.598.761,90
	Atual	8.814.136,28	1.631.135,02	10.445.271,30
Abastecimento de água	Inicial	267.180,92	29.686,77	296.867,69
	Atual	426.686,80	20.408,33	447.095,13
Esgotamento sanitário	Inicial	1.050.965,68	116.773,96	1.167.739,64
	Atual	2.950.858,39	148.549,09	3.099.407,48
Energia elétrica/iluminação	Inicial	308.393,79	34.295,98	342.659,77
	Atual	559.222,35	62.135,82	342.659,77
Pavimentação e obras viárias - Drenagem superficial e calçadas	Inicial	7.940.844,41	882.316,05	8.823.160,46
	Atual	4.742.532,08	427.299,81	5,941.917,24
Micro e macrodrenagem pluvial: apenas união	Inicial	8.063.542,37	-	8.063.542,37
	Atual	8.374.984,03	285.626,24	8.660.150,14
Drenagem pluvial	Inicial	6.460.127,34	717.791,93	7.177.919,26
	Atual	3.404.474,41	267.163,82	3.671.638,23
Trabalho social	Inicial	708.750,00	78.750,00	787.500,00
	Atual	708.750,00	78.750,00	787.500,00

Fonte: OLIVEIRA, 2019 (encontrado no GIGOV JP CAIXA). Modificado pela autora, 2022

A urbanização ocorreu em duas subáreas de intervenção: a comunidade São Januário, localizada no bairro Serrotão; e um curso d'água que se encontra entre os bairros da Ramadinha até o canal de Bodocongó (localizado no centro da bacia da Ramadinha), no bairro de mesmo nome. A segunda subárea é o objeto de estudo desse trabalho (Figura 6). As obras previstas no Plano de Trabalho eram de serviços preliminares, terraplanagem, aquisição e desapropriação de terrenos, regularização fundiária, produção e aquisição de unidades habitacionais, abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, pavimentação e calçadas, micro e macrodrenagem pluvial e trabalho social.

Figura 6 - Cartograma de intervenções na região de Bodocongó



Fonte: SANTOS; MORAES, 2021. Elaborado pela autora, 2022

Segundo técnicos municipais, a partir de entrevistas realizadas na pesquisa de Santos e Moraes (2021), uma parte essencial em paralelo às obras de urbanização foi o trabalho social, que ocorreu apenas junto às famílias que iriam ser removidas para as unidades habitacionais e as que receberiam as obras de infraestrutura. Durante a pandemia, entre os anos de 2020 e 2021 a atuação ocorreu através das mídias sociais, como Instagram, WhatsApp e Youtube.

Na etapa de desapropriação o trabalho social fez o acompanhamento do reassentamento dessas famílias nas unidades e após ocupação ainda participaram do trabalho técnico social dentro do programa Minha Casa Minha Vida. Na área do riacho, onde foram implantadas infraestruturas de drenagem, esgotamento sanitário e realizada a pavimentação de vias, o trabalho social atuou na educação sanitária e ambiental. A ação também ocorreu por meio de cursos, palestras e oficinas de geração de emprego e renda. Relatos da liderança indicam, porém, dificuldades no processo de desapropriação em função dos valores para aqueles que não aceitaram o

reassentamento para o conjunto Vila Nova da Rainha (SANTOS; MORAES, 2021).

De acordo com uma simulação no programa Google Earth Pro (2022) a distância direta do canal para o condomínio (menor rota) é de 1,1 km, e o trajeto percorrido é de 1,5 Km. Sendo o trajeto de carro feito em 4 min, a pé em 19 min e de ônibus em 15 min.

De acordo com as lideranças da área, em relação a remoções e reassentamentos, no momento da entrevista em 2021, ainda existiam famílias a espera de indenizações, porém a maioria já foi reassentada para o Vila Nova da Rainha ou recebeu o valor em dinheiro (SANTOS; MORAES, 2021).

No Plano Diretor em seu Art. 26 é definido que o Poder Público municipal deve controlar e ordenar a ocupação e o uso do solo em nas faixas marginais de proteção de águas superficiais (CAMPINA GRANDE, 2006). Já no código de obras, Lei nº 5410/13, em seu Art. 238. (inciso III) está previsto que nos casos de córrego, fundos de vales ou faixa de escoamento de águas pluviais, o afastamento mínimo para a realização da obra deve ser de 15m da margem do córrego ou do eixo do fundo de vales ou da faixa de escoamento das águas pluviais (CAMPINA GRANDE, 2013), essa distância também é indicada na Lei Federal nº 13.913, de 25 de novembro de 2019, que altera a Lei de Parcelamento do Solo (BRASIL, 2019).

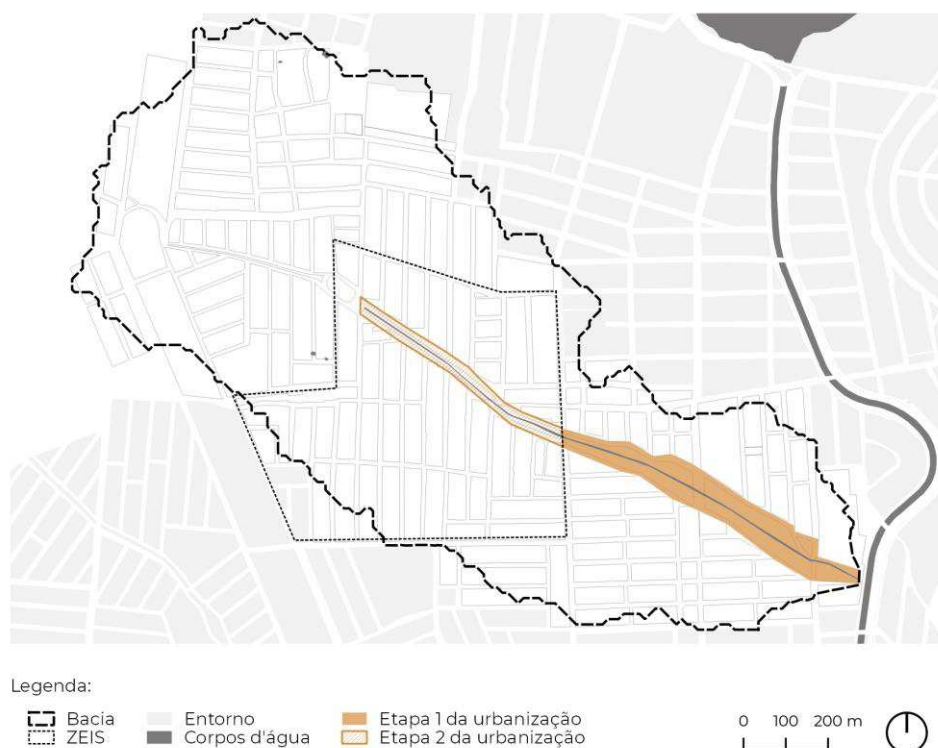
No Art. 177 do Código de Defesa do Meio Ambiente em seu inciso II foi previsto como sendo de preservação permanente a vegetação situada ao longo dos rios ou de qualquer corpo d'água, em faixa marginal além do limite máximo do leito sazonal medida horizontalmente com largura mínima de 30m (CAMPINA GRANDE, 2009). O Código Florestal (Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.), em seu Art. 4, também estabelece como Área de Preservação Permanente a faixa de 30 metros, para os cursos d'água de menos de 10 metros de largura (BRASIL, 2012).

Com base nessas legislações e para a implantação das obras do PAC-UAP, foi realizado o reassentamento das pessoas que viviam nas margens do corpo d'água para unidades habitacionais no condomínio Vila Nova da Rainha, no bairro de Bodocongó. Algumas famílias preferiram ser indenizadas.

Já a intervenção no curso d'água, correspondente a parte da área da bacia da Ramadinha, pode ser considerada uma ação prioritária de manejo conforme o que está previsto no Art.116 do Plano Diretor, que define como

ações prioritárias: I usos do solo compatíveis com as áreas de interesse para drenagem, como parques lineares, área de recreação e lazer, hortas comunitárias e manutenção da vegetação nativa; II – a implantação de medidas de prevenção de inundações; e III – o investimento na renaturalização e melhorias das calhas fluviais e na recuperação dos sistemas de macro e micro drenagem (CAMPINA GRANDE, 2006). Todavia, a opção para a área do riacho da Ramadinha não foi a renaturalização, mas a canalização. As obras das áreas foram divididas em duas etapas (Figura 7), mas apenas a etapa 1 foi finalizada com a construção do canal e canteiros e calçadas no seu entorno, bem como a pavimentação das vias próximas.

Figura 7 - Cartograma de etapas da intervenção na bacia da Ramadinha



Fonte: SANTOS, 2021. Elaborado pela autora, 2022

Ainda existiam itens a serem executados no projeto do Canal da Ramadinha, cuja reprogramação encontra-se em análise na Caixa Econômica Federal, como as vias laterais do canal, os canteiros e calçadas da etapa 2 (Figura 8), as interligações da rede de esgoto existente com outra a ser implantada ao longo das vias (interceptor) para que as águas não se dirijam ao canal, iluminação pública etc. Em visita realizada em julho de 2022 foi identificado que esses elementos ainda não foram executados (SANTOS E

MORAES, 2021). Segundo informações de uma líder comunitária da Ramadinha (2022) não há indicativo, nem data para conclusão das obras da etapa 2.

Figura 8 – Parte do canal e seu entorno sem conclusão das obras



Fonte: Autora, 2022

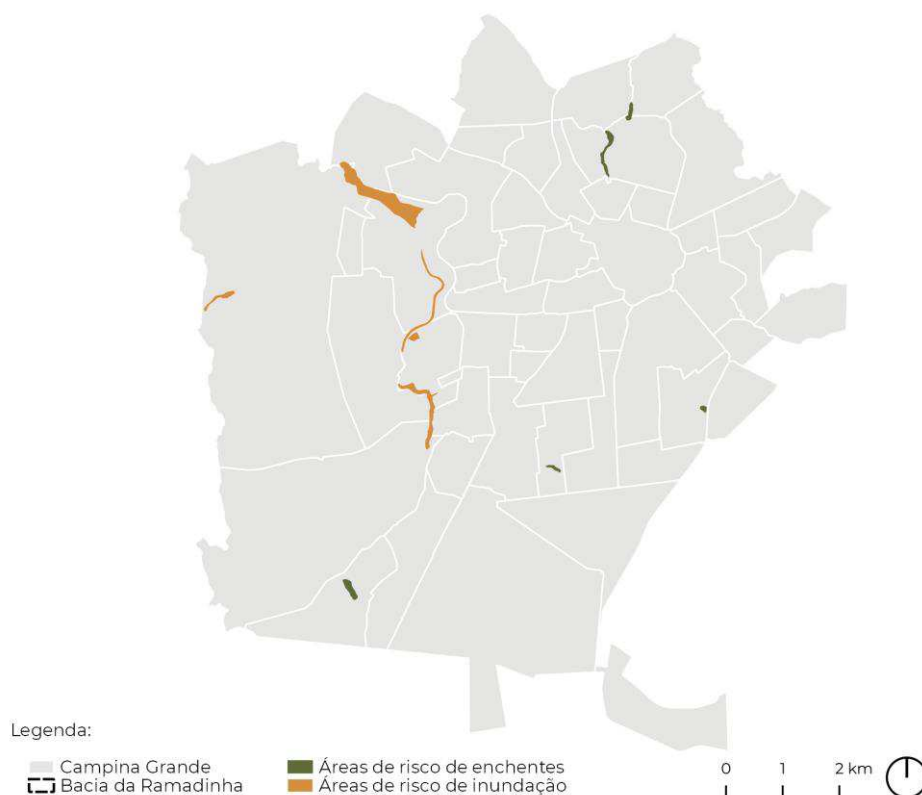
Segundo dados dos projetos, foi executado o canal com o uso de concreto armado tendo uma seção retangular, base de 3m com 3 e 2,5m de altura. Além disso, foram construídas cinco passarelas de concreto armado para passagem de pedestres. Já a microdrenagem, realizada por tubulações de concreto armado com diâmetros variados e que levam a água das vias mais próximas do canal até o canal da Ramadinha. Houve também a construção de bocas de lobo e caixas de drenagem e poços de visita ao longo do canal de concreto, o remanejamento da rede de distribuição de água na área do canal e a construção de uma rede coletora de esgoto no canal e seu entorno com a remoção de algumas redes.

No projeto original a pavimentação estava desenhada apenas para as vias de entorno ao canal (PMCG, 2011). Há vias ainda sem pavimentação em outras áreas da bacia que, no entanto, possuem escoamento superficial. Assim, como algumas vias pavimentadas sem boca de lobo, com escoamento apenas por sarjetas.

Durante a execução do canal ocorreram erros projetuais relativos à desconsideração da diferença de topografia, o que causou atrasos durante a construção do canal e aumento dos valores para execução dos aterros necessários ao nivelamento do canal e as ruas do entorno (OLIVEIRA, 2019). Santos (2021, p.54) também constatou, posteriormente, uma “superestimação das dimensões da seção do canal no projeto”.

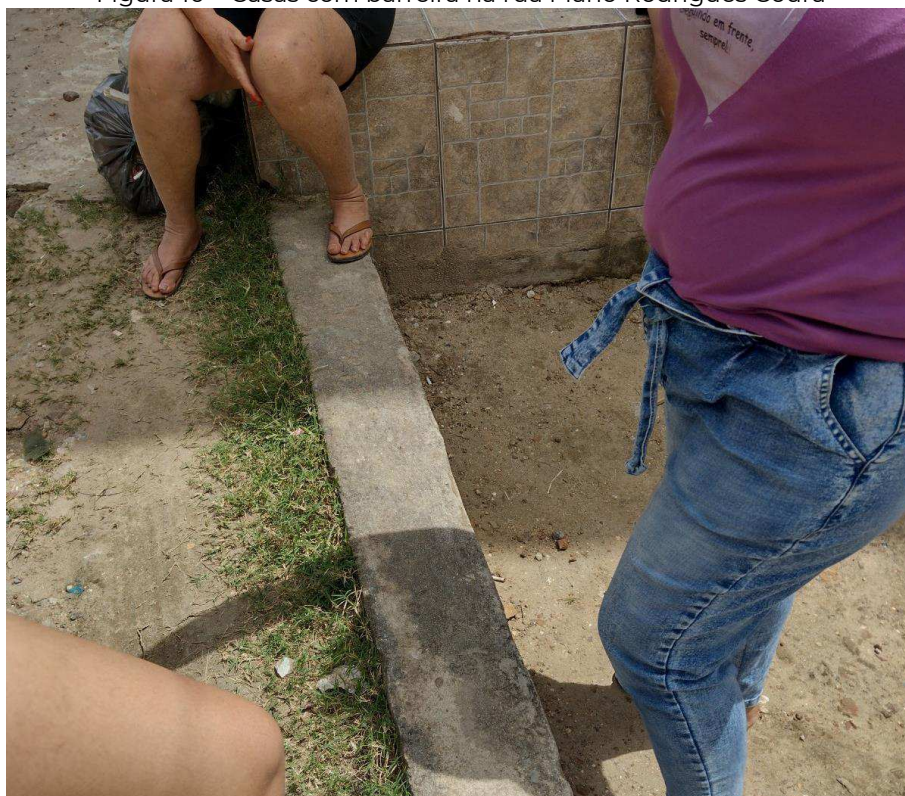
Mesmo que a área da bacia não se encontre em áreas de risco de enchente ou inundação (Figura 9), os problemas de alagamento existem e continuaram após as intervenções, assim como a insuficiência de rede de esgotamento sanitário, questões não previstas no projeto original e que também ocasionaram atrasos na execução. Santos (2021) constatou em sua pesquisa que algumas casas na área do canal localizadas em pontos mais baixos das vias precisaram instalar barreiras ou tubulações nas calçadas como medidas de proteção durante chuvas fortes (Figura 10). Alves et al (2022), acrescenta que essas ações muitas vezes também são necessárias em residências que não possuem recuo na entrada. Isso indica a persistência do problema mesmo após as obras.

Figura 9 – Cartograma de áreas de risco da cidade de campina Grande



Fonte: CPRM, 2014

Figura 10 – Casas com barreira na rua Mario Rodrigues Coura



Fonte: Autora, 2022

Por meio de entrevista com um engenheiro da Prefeitura de Campina Grande, realizada por Santos e Moraes (2021) foi descrito que a cobertura do serviço de abastecimento de água no entorno das obras do Canal da Ramadinha era total antes da intervenção. Com a relação ao serviço de esgotamento sanitário, existiam duas situações antes das obras: uma parte da bacia que a comunidade chamada de Ramadinha II era beneficiada com rede e ligações domiciliares de esgoto, entretanto, a outra parte que se denominava de Bodocongó não possuía esse serviço, ou seja, os domicílios não tinham seus esgotos lançados de forma correta. Parte destes esgotos deve estar sendo lançada de modo inadequado na rede de drenagem, sobrecarregando-a.

Ainda foi afirmado pelo engenheiro que foi executada uma rede coletora de esgotos no entorno do canal e suas respectivas ligações domiciliares, evitando que todos os esgotos produzidos se dirigissem ao Canal. Uma parte dessa rede coletora ainda não foi executada por ainda estar em fase de estudos em parceria da Prefeitura com a CAGEPA, de forma a conseguir uma solução menos onerosa (SANTOS; MORAES, 2021).

Um ponto importante a ser destacado é que mesmo tendo os investimentos do PAC voltados para intervenções em favelas, a ZEIS, localizada na área da bacia da Ramadinha, não teve a devida atenção na urbanização. Em âmbito municipal, as leis nº 003, de 09 de outubro de 2006 (Plano diretor) e 4.806 de 23 de setembro de 2009 (Lei das ZEIS) apontam para a priorização dessas áreas em intervenções.

A lei da ZEIS (CAMPINA GRANDE, 2009) em seu Art. 3 apresenta os princípios do plano de regularização das Zonas Especiais de Interesse Social, sendo eles: a adequação da propriedade urbana a sua função social; a priorização do direito de moradia sobre o direito de propriedade; o controle efetivo da utilização do solo urbano; a preservação do ambiente natural e construído; a implementação de infraestrutura básica, serviços, equipamentos comunitários e habitação; inibir a especulação imobiliária; incentivar a participação comunitária no processo de urbanização e regularização fundiária das ZEIS; respeitar a tipicidade e características das áreas em processos de intervenções; incentivar e fortalecer a geração de emprego e renda. Já no Art 16 é descrito que cada ZEIS deve receber um plano urbanístico específico, levando em conta as condições físico-morfológicas e a situação fundiária dos assentamentos habitacionais.

Mesmo com a implantação de infraestruturas a partir da urbanização, não há indicativos de como se dará o controle da utilização do solo urbano, incluindo as áreas que margeiam o canal. Apesar da existência de um programa de regularização fundiária (Lei n. 6.518, de 08 de fevereiro de 2017, alterada pela Lei n. 6.771, de 08 de fevereiro de 2017) e algumas ações em assentamentos urbanizados, até o momento da pesquisa não havia ações municipais para a regularização da posse na ZEIS. A participação a partir da urbanização pelo PAC-UAP além de ser restrita ao acompanhamento das obras e algumas ações previstas no Plano de Trabalho Técnico Social foi muito prejudicada em função das interrupções prolongadas das obras. Em relação ao plano urbanístico, não foi elaborado um plano abrangente, considerando que a urbanização foi parcial e mais voltada ao canal e seu entorno imediato.

Passados quinze anos desde a autorização do projeto e considerando que não houve nenhum plano urbanístico para a intervenção é possível considerar que foi resolvido apenas o principal e mais grave problema, a ocupação das margens do curso d'água da bacia da Ramadinha, mas este

projeto, poderia, também, ter sido programado para complementar outras infraestruturas e serviços necessárias no local, como as vias ainda sem pavimentação, drenagem e esgotamento sanitário, bem como a implementação de equipamentos ou espaços de lazer para população, sobretudo na área da ZEIS.

2| REFERÊNCIAS PARA A DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

2.1. CONSIDERAÇÕES SOBRE O URBANISMO SENSÍVEL ÀS ÁGUAS

A cidade é planejada como algo estranho à natureza. Água e vegetação são usadas frequentemente como adorno, sem a observação dos processos naturais. Atualmente a maior parte das experiências de gestão das águas prioriza afastá-la do local onde ela se precipita, tratando-a como dejetos.

O desenho urbano sensível às águas ou urbanismo sensível às águas (WSUD) propõe que o planejamento urbano deve ser de acordo com os processos naturais, protegendo e conservando seu ciclo natural e adotando técnicas considerando segurança da água, a proteção contra cheias e a saúde ecológica das paisagens terrestre e aquática, da bacia ao lote. Além disso, promover o urbanismo sensível às águas significa solicitar menos de captação externa e pensar em uma captação local da água (ALENCAR, 2016).

Em espaços urbanos públicos como vias, parques, praças e outros equipamentos pode haver captação de água pluviais, contribuindo desse modo como um ponto chave no suporte à biofilia. Essa filtragem da água também pode ocorrer mesmo em áreas mais densas, e em novos loteamentos e é possível planejá-la em terrenos, quadras e em todo bairro (FARR, 2013).

Segundo Alencar (2016, p.77-79):

Os princípios básicos do urbanismo sensível às águas poderiam ser resumidos em: Gestão integrada das águas (potável, residuais e pluviais); Integração da gestão das águas urbanas na escala individual do lote à escala regional; Integração da gestão sustentável das águas urbanas com planejamento urbano e territorial; e Integração das medidas estruturais e não-estruturais no manejo sustentável das águas urbanas.

[...]

Assim ao promover o urbanismo sensível às águas poderá se aumentar consideravelmente as superfícies permeáveis, podendo promover a acumulação temporária das águas e o seu reaproveitamento, minimizando assim os impactos negativos do processo de urbanização tradicional de forma a contribuir na: redução dos picos de volume e de escoamento superficial; minimização do transporte de poluentes; proteção dos sistemas naturais; integração do tratamento dos cursos d'água na paisagem urbana; reutilização das águas pluviais de forma a substituir outras fontes de água em locais que não precisam de níveis de qualidade da água elevado; e por fim, contribuir na minimização dos custos de desenvolvimento e gestão.

É preciso buscar alternativas que realmente possam limpar, distribuir e absorver a água ainda no seu local de precipitação para que se obtenha uma

hidrologia novamente composta de lençóis freáticos e água de boa qualidade (FARR, 2013).

Considerando que as águas urbanas são um elemento de grande impacto em assentamentos precários, é necessário garantir a gestão de seu ciclo, que é alterado pelos processos de urbanização quando ocorre a troca da cobertura natural por áreas impermeáveis, causando a diminuição da infiltração do solo, o aumento do escoamento superficial e sua velocidade, o aumento de vazões, uma menor reserva dos aquíferos, e a diminuição da evapotranspiração (TUCCI, 2005).

Assim, nesse trabalho, essa abordagem norteia ações relacionadas ao aumento das áreas permeáveis bem como a integração dos cursos d'água com o restante das paisagens urbanas. Ela pode apresentar alternativas e soluções para a retenção e infiltração das águas pluviais em locais mais próximos da precipitação. Estas podem ser articuladas às demais intervenções e medidas estruturais e não estruturais relacionadas às dimensões urbanísticas, infraestruturais, ambientais e sociais.

2.2. A IMPORTÂNCIA DA ABORDAGEM INTEGRADA À DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL E AO URBANISMO SENSÍVEL A ÁGUA

Os problemas dos assentamentos precários são complexos e necessitam de uma abordagem integrada nos projetos de intervenção de forma a garantir a qualificação ambiental e o direito à moradia, com especial atenção à drenagem na maioria dos assentamentos. A melhoria ambiental é relacionada a diversos fatores como o saneamento integrado, a recuperação das margens de curso d'água, o aumento das áreas comuns e livres, a adequação da densidade, a eliminação de situações de insalubridade, o aumento das áreas permeáveis e a recuperação de áreas de risco (DENALDI; FERRARA, 2018).

De acordo com Denaldi e Ferrara (2018, p.5-6) “ao eleger como prioritárias as áreas com sobreposição de problemas sociais, urbanos e ambientais o Poder Público, de certa forma, passa a reconhecer esta tipologia de assentamento precário como um problema socioambiental”.

A urbanização desses assentamentos deve tratar de um conjunto de intervenções incluindo obras de macro e microdrenagem e esgotamento sanitário, sistemas viários, tratamento paisagístico, provimento de equipamentos de educação e saúde. Além disso, nas ações de reassentamento, é preciso que haja planejamento para que os recursos disponíveis sejam compatíveis com as classes de renda e inserção econômica dos moradores, além da garantia de direitos sociais, principalmente o direito à moradia. Para isso, os projetos e ações devem ser estudados com uma visão ampla, e uma leitura criativa e que inclua os moradores (BUENO, 2000).

Segundo Machado et al., (2022, p.123) um projeto de urbanização precisa considerar quatro condições:

- (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.

Os cursos d'água merecem uma atenção especial nas intervenções em assentamentos precários, pois correspondem a um elemento central da urbanização e se relacionam e condicionam outras soluções de infraestrutura, habitacionais e de reassentamentos, seja pela necessidade de diminuir as áreas de risco, seja para implantação de vias e redes de água ou esgoto. Intervir em corpos d'água necessita de um acompanhamento de soluções viárias, de saneamento, tratamento de água, tratamento paisagístico e remoção de edificações no seu entorno (DENALDI e FERRARA, 2018).

Segundo a Unesco (2006) a ideia da gestão total do ciclo da água abrange, dentre outros pontos, a gestão integrada das águas pluviais por meio da gestão dos fluxos. Por isso, além da atenção aos corpos d'água é fundamental tratar da drenagem urbana a partir de uma abordagem abrangente, integrada e sustentável, considerando os diversos fatores relacionados, entre eles o processo de uso e ocupação do solo.

Para entender o sistema de drenagem, inicialmente é preciso conhecer um pouco a respeito do ciclo da água. Ele é formado por quatro etapas principais: evaporação e transpiração de vegetais e animais, precipitações atmosféricas (chuva, granizo, neve, orvalho), escoamentos subterrâneos

(infiltração, percolação) e escoamentos superficiais (rios, lagos) (ALMEIDA, 2020). Esse sistema, que deveria estar em equilíbrio, é modificado pela ação de impermeabilização, decorrente dos processos inadequados de urbanização, assim as águas das chuvas são transportadas muito mais rápido (ALVES 2021).

Com a inadequação das propostas de planejamento urbano e o crescimento da população nas cidades brasileiras aumentou-se a impermeabilização do solo e o escoamento superficial, que combinados podem afetar o ciclo da água e causam fenômenos hidrológicos. Esses fenômenos são divididos em três, sendo eles: enchente, aumento temporário no nível d'água pelo aumento da vazão; inundação, transbordo das águas; alagamento, acúmulo de água nas ruas por problemas de drenagem (ALMEIDA, 2020). Os principais problemas relacionados ao uso do solo que resultam em impactos diretos sobre os recursos hídricos foram resumidos por Tucci (2012) nos seguintes pontos:

- A expansão irregular sobre as áreas de mananciais de abastecimento humano, comprometendo a sustentabilidade hídrica das cidades.
- A população de baixa renda tende a ocupar as áreas de risco de encostas e de áreas de inundações ribeirinhas, devido à falta de planejamento e fiscalização.
- Aumento da densidade habitacional, com conseqüente aumento da demanda de água e do aumento da carga de poluentes sem tratamento de esgoto, lançados nos rios próximos às cidades.
- O planejamento urbano tem levado a uma excessiva impermeabilização das áreas públicas; canalização dos rios urbanos que, posteriormente, são ainda cobertos por concretos e avenidas, produzindo inundações em diferentes locais da drenagem (TUCCI, 2012, p.8).

São os sistemas de drenagem que têm a função de reter, tratar e transportar águas pluviais. Os sistemas podem ser estruturados na fonte, que é o controle em nível de lote; de microdrenagem, relacionado a coleta de águas através de pequenas galerias em nível de loteamento; ou macrodrenagem, que engloba a microdrenagem e galerias de grande porte e receptores de água, como canais ou rios (TUCCI, 2003; ALMEIDA, 2020). Tucci (2003) acrescenta que as medidas de drenagem podem ser de retenção, reservatórios urbanos mantidos secos, ou retenção, reservatórios com lâmina de água.

Os elementos da drenagem convencional são sarjeta, boca de lobo, poços de visita, e galerias. Ambos são descritos no quadro 1.

Quadro 1 - Principais informações a respeito dos elementos de drenagem convencionais

Elementos de drenagem	Atuação	Partes que compõem
Sarjeta	Canais localizados entre a via e o meio fio para coletar e conduzir as águas superficiais	Corpo de concreto
Boca de lobo	Vala inserida nas sarjetas para drenar e conduzir a água	
Galeria	Tubulações coletivas de drenagem de águas que vêm da boca de lobo	
Poço de visita	Conexão que acessa galerias para inspeção e obstrução	

Fonte: ALMEIDA, 2020

Farr (2013, p.174) alerta, porém, que a drenagem convencional pode causar problemas ainda maiores à natureza e conseqüentemente à população:

As práticas convencionais de engenharia de recursos hídricos voltadas para a coleta, canalização e armazenagem temporária do escoamento superficial da água da chuva geralmente exacerbam as enchentes a jusante, a degradação da qualidade da água, a perda de habitats e a estabilidade dos sistemas, devido ao volume acumulado e à velocidade dos fluxos de descarga. O escoamento superficial coletivo erode córregos e rios existentes, resultando em margens extremamente íngremes e sujeitas a erosão e sedimentação constantes. A perda da infiltração e da recarga dos lençóis freáticos na bacia hidrográfica do entorno combina com o rebaixamento dos níveis normais da água no sistema de tributários, também rebaixando o lençol freático e deixando de alimentar os córregos durante os períodos de seca. No extremo oposto, períodos de chuvas intensas, que outrora eram atenuados por paisagens extremamente capazes de absorver e usar a água como recurso, hoje periodicamente resultam em enchentes repentinas em áreas que não costumavam estar sujeitas a enchentes. Os impactos econômicos, ambientais e culturais das enchentes são significativos e muitas vezes catastróficos.

Na urbanização objeto desse estudo prevaleceu a aplicação da drenagem convencional, que foi realizada por meio da canalização do riacho e da construção de caixas coletoras no seu entorno.

Santos (2021) atenta para como as questões relacionadas à infraestrutura e habitação afetam a drenagem urbana:

[...] é perceptível que algumas das características dos assentamentos precários como a irregularidade no parcelamento do solo, ocupação de áreas de risco e altos índices de impermeabilização do solo, somada a forte presença de edificações com baixo padrão construtivo e mais suscetíveis a intempéries, maximizam os impactos das inundações nestas áreas. Pode-se dizer que a preocupação com a drenagem das águas pluviais surge paralelamente ao desenvolvimento das cidades que trouxe a consciência coletiva da necessidade de adotar medidas estruturais para o escoamento das águas superficiais, de modo a diminuir a exposição aos riscos inerentes de alagamentos e inundações (SANTOS, 2021, p. 24).

Alagamentos podem prejudicar o acesso dos moradores aos comércios, serviços e aos equipamentos públicos do local onde vivem, bem como as próprias residências. Segundo Alves (2021) “alagamentos em vias e pontos de ônibus podem dificultar o tráfego de pessoas e veículos inviabilizando o acesso a facilitadores urbanos do entorno do qual as pessoas são dependentes [...]”. Assim, é possível concluir que é preciso conceber soluções integradas de infraestruturas, espaço público e solução habitacional.

Machado et al. (2022) considera a drenagem urbana como condicionante estrutural nas intervenções em assentamentos precários pois devido às características e aspectos dos assentamentos evidencia-se a questão ambiental e aponta a drenagem urbana sustentável como um caminho.

Na bacia da Ramadinha o problema de maior destaque quanto à drenagem eram as inundações e alagamentos, porém, assim como alertado pelas referências, com a aplicação da drenagem convencional o problema não foi resolvido completamente, sendo apenas levado a jusante.

2.3. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DOS SISTEMAS URBANOS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS

De forma a evitar sua transferência das águas pluviais para a jusante foram desenvolvidas técnicas de drenagem urbana sustentável. Diferente do sistema tradicional onde a água é drenada rapidamente por um sistema de coletores enterrados, os SUDS buscam o controle do escoamento na fonte, infiltrando a água no subsolo, devolvendo-a para atmosfera por evaporação ou evapotranspiração ou a armazenando para reutilização. Essas técnicas combinam medidas estruturais, que envolvem soluções físicas de engenharia, com não estruturais, que envolvem medidas corretivas ou preventivas por diretrizes legislativas ou institucionais (LOURENÇO, 2014).

Uma medida não estrutural é a educação ambiental, ela acontece por meio de ações educativas com a população afetada pela implantação dos SUDS, contribuindo para que estes possam entender e cumprir as normas que orientam a implementação desses sistemas e para que eles mesmos possam monitorar o funcionamento e as condições dos SUDS.

Spirn (1995, *apud* Alencar, 2016) explica que esses sistemas abrangem as redes destinadas ao fluxo de águas pluviais, ou seja, as superfícies e reservatórios de água dentro da bacia. Seus principais objetivos segundo Alencar (2016, p.51) são: “respeitar o funcionamento natural da bacia hidrográfica; minimizar os impactos da urbanização; melhor controle sobre os riscos de inundações; menor custo com readequações do sistema de drenagem (custos com reinvestimentos)”.

Abrangendo as questões do desenho urbano sensível às águas, nos SUDS as áreas verdes são utilizadas como parte da infraestrutura urbana e não apenas para embelezamento. Desse modo, essas áreas também podem ser usadas para conectar trechos de vegetações, melhorar o microclima e atender os usos relacionados à moradia, trabalho, educação e lazer. Essa técnica integra, assim, tecnologia a pequenas intervenções (ALENCAR, 2016).

Dentre os SUDS é possível destacar as bacias de retenção, trincheiras de infiltração, poços de infiltração, pavimentos permeáveis, faixas filtrantes e sistemas de biorretenção. Lourenço (2014), apresenta informações importantes a respeito de cada um desses SUDS, sintetizadas no quadro 2.

A consequente redução no volume de água escoada superficialmente ajuda a proteger e melhorar os sistemas aquáticos de toda a região e diminuir os impactos dessas águas no sistema de drenagem convencional. Essas medidas são importantes para recarga dos lençóis freáticos, redução de enchentes, melhoria da qualidade da água do terreno e da região e restauração da viabilidade dos ecossistemas terrestres e aquáticos (FARR, 2013).

Quadro 2 - Principais informações a respeito de técnicas de SUDS

SUDS	Atuação	Partes que compõem	Vantagens	Desvantagens
Bacia de retenção	Controla as águas a montante da rede de drenagem, retendo-as de forma temporária	Corpo, dique de jusante, dispositivo de descarga, dispositivo de segurança, bacia de sedimentação	Diminuição do risco de inundação, redução de poluente no escoamento, controle de erosão, melhoramento da paisagem, recarga dos aquíferos e criação de reservas de água	Ocupação de grandes áreas, Risco de proliferação de insetos e doenças, risco de segurança caso as margens não possuam proteção
Trincheira de infiltração	Dispositivo pouco profundo de desenvolvimento longitudinal que recolhe água perpendicular ao seu desenvolvimento e ela é retida na trincheira ou transportada até um ponto de destino final. A água sai por base, pelas paredes laterais da trincheira ou um dreno	Valas preenchidas com material granular, envolvido em geotêxtil	Reduz o escoamento superficial e os caudais, promove recarga de aquíferos, facilidade e custo menor de implantação, integração com o espaço urbano	Difícil precisão da vida útil, possibilidade de contaminação de aquíferos, manutenção frequente, difícil monitoramento do desempenho
Poço de infiltração	Poço que permite a infiltração direta das águas pluviais no solo	Filtro, pode dispor, ou não material de enchimento, se houve é necessário um reforço nas paredes do poço	Baixo custo de construção e manutenção, implantação simples, pode ter grande profundidade, baixa interferência na paisagem, possibilidade de associação de outras técnicas	Necessidade de pré-tratamento, necessidade de manutenção regular e frequente, não compatibilidade com terreno rochoso ou com nível freático elevado, possibilidade de risco de contaminação das águas subterrâneas, construção requer pessoal especializado
Pavimento permeável	Pavimento que permite a infiltração da água para as camadas inferiores	Camada de desgaste, camada de assentamento ou de regularização, camadas de base e sub-base, manta impermeável	Sem exigência de espaço adicional, possibilidade de recarga dos aquíferos, redução do volume de escoamento superficial, permite a filtração, adsorção e sedimentação dos poluentes	Manutenção exigente em termos de frequência e de custos, risco de acúmulo de detritos e ervas daninhas
Sistema de biorretenção / Jardim de chuva	Bacia pouco profunda concebida para captar e filtrar quantidades moderadas de escoamento superficial	Solo e vegetação. Na sua forma mais complexa podem conter camadas de areia e seixo	Baixo custo	-
Faixas filtrantes	Faixas de vegetação que recebem águas pluviais sob a forma de lâmina de escoamento superficial, retém sedimentos ou outros materiais presentes nas águas pluviais	Faixas de vegetação	-	-

Fonte: LOURENÇO, 2014. Sistematizado pela autora, 2022

Essas técnicas poderiam ter sido trabalhadas de modo abrangente na área de estudo desse trabalho, inseridas em partes não urbanizadas ou parcialmente urbanizadas no período que ocorreram as obras, combinadas com medidas não estruturais, como a educação ambiental. Diferente dos sistemas tradicionais, os SUDS atuam no controle do escoamento ainda na fonte, causam o aumento da infiltração de águas pluviais, recarga de aquíferos, melhoria do escoamento superficial e armazenamento da água para posterior uso, causando melhorias ambientais no assentamento (AGOSTINHO E POLETO, 2012). Também se destacam em função de ter um menor custo com readequações (ALENCAR, 2016). Outra vantagem da sua incorporação em detrimento das técnicas convencionais é que os SUDS visam adequar não apenas as questões relacionadas à drenagem, como também às condições urbanísticas com a criação de espaços de lazer, melhoria paisagísticas e adequação de vias e calçadas, causando uma resolução dos problemas da área da bacia da Ramadinha de forma mais abrangente.

2.4. AVALIAÇÃO DA ABORDAGEM INTEGRADA A PARTIR DA DRENAGEM E DO URBANISMO SENSÍVEL A ÁGUA EM ESTUDOS CORRELATOS

Nesta parte será analisado, em dois estudos de caso, como a drenagem urbana sustentável e o desenho urbano sensível à água têm sido abordados nos projetos de recuperação urbana. Para tal foram selecionados dois projetos e a partir deles identificadas as melhorias das condições da habitação (referente a melhoria ou ampliação de equipamentos de lazer), mobilidade, drenagem e meio ambiente no local e os elementos que as possibilitaram.

As técnicas de SUDS e o WSUDS não são vislumbradas com a devida importância nos municípios brasileiros, por isso os casos analisados são internacionais referentes a projetos com a aplicação de SUDS em planos de recuperação de espaços urbanos e corpos d'água.

Os dois correlatos escolhidos apresentam algumas relações com o estudo de caso desse trabalho. O primeiro correlato, o Parque Bishan-Ang Mo Kio (Singapura), foi escolhido por se tratar de um projeto de renaturalização de um corpo d'água, que foi inicialmente canalizado, para gerar mais reaproximação com o ambiente natural. Já o segundo, a revitalização de um

córrego, antes coberto, foi selecionado em função da aplicação de técnicas sustentáveis de controle de enchentes nas suas bordas.

2.4.1. Parque Bishan-Ang Mo Kio, Singapura

O Parque Bishan-Ang Mo está localizado na cidade de Singapura, entre os bairros Bishan e Ang Mo Kio. Foi construído em 1988 a partir da canalização do rio Kallang, se tornando um parque de 52 hectares, separado por um canal de concreto de 2,7 quilômetros de comprimento (KOH, LOC e PARK, 2022). Por ter suas margens cercadas, esse canal se tornou uma divisão simbólica e literal entre os bairros do entorno (GHISLENI, 2021).

Quando o canal precisou passar por reparos, a Universidade Nacional de Singapura comparou o custo da reconstrução do canal em concreto, cerca de 133 milhões dólares singapurianos (SGD), com o custo da renaturalização de aproximadamente 70 milhões de SGD. Foi escolhida, então, a restauração e transformação do canal em um rio de 3 km de comprimento (Figuras 11 e 12) (GHISLENI, 2021).

Figuras 11 e 12 – Antes e depois da renaturalização do rio Kallang



Fonte: DREISEITL CONSULTING

De acordo com o programa cidades sustentáveis, o projeto contou com a participação da Agência Nacional de Águas de Cingapura, do *National Parks Board* (Conselho Nacional de Parques), e do *Public Utilities Board*. O designer do projeto foi o DREISEITL CONSULTING e os engenheiros foram da empresa

CH2M HILL. A reforma ocorreu entre 2009 e 2011 e o parque foi reaberto em 2012, se tornando um dos espaços verdes mais populares e um dos maiores parques urbanos da cidade, abrangendo uma área de 62 hectares com um rio de 3 quilômetros de extensão (KOH, LOC e PARK, 2022).

Com esse novo projeto, durante o inverno o rio inunda o parque, enquanto no verão, o local se torna uma área verde. Para obter esse resultado precisou-se que algumas medidas, descritas por Leite (2020), fossem tomadas:

Foram redesenhados 62 hectares de espaços verdes considerando os processos dinâmicos do sistema fluvial proporcionando diversos benefícios para os usuários do parque. Em ocasiões de chuva forte, o parque funciona como um canal de transporte, carregando a água a jusante. À velocidade do curso foi reduzida por meio do aumento da rugosidade do leito natural do rio com pedras de modo que menos partículas são transportadas rio abaixo. Medidas como o aumento da capacidade de transporte do rio aliado à diminuição da velocidade das águas proporcionaram a proteção contra inundações para as densas áreas do urbanas ao redor do parque (LEITE, 2020, p. 67-68).

Para estabilizar as margens dos rios e para evitar a erosão foram utilizadas técnicas de drenagem sustentável que combinam vegetação e materiais naturais com técnicas da engenharia civil, ajudando a infiltrar a água e protegendo contra inundações (Figuras 13 a 16). Também foram usadas plantas específicas para limpar a água por filtração e absorção de nutrientes poluentes (PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS; GHISLENI, 2021).

Figuras 13, 14, 15 e 16 – Testes de bioengenharia monitorando a progressão, estabilidade e crescimento



Fonte: DREISEITL CONSULTING

Como resultado de tais ações, obteve-se um aumento da biodiversidade em 30% bem como aumento das chances de sobrevivência delas a longo prazo, sendo identificadas 66 espécies de flores silvestres, 59 espécies de aves e 22 espécies de libélula. Também ocorreu a criação de espaços para atividades recreativas, sendo construídos inclusive, três novos parquinhos para as crianças, e as margens do rio se tornaram convidativas as pessoas (Figura 17) (PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS; LEITE, 2020). A retirada da barreira física, a cerca ao redor do canal, também permitiu maior permeabilidade física e visual, estreitando os laços entre os bairros e garantindo maior facilidade de locomoção entre eles (Figura 18).

Figura 17 – Espaço de recreação no parque Bishan-Ang Mo Kio



Fonte: DREISEITL CONSULTING

Figura 18 – Caminhos e passarela do parque Bishan-Ang Mo Kio



Fonte: DREISEITL CONSULTING

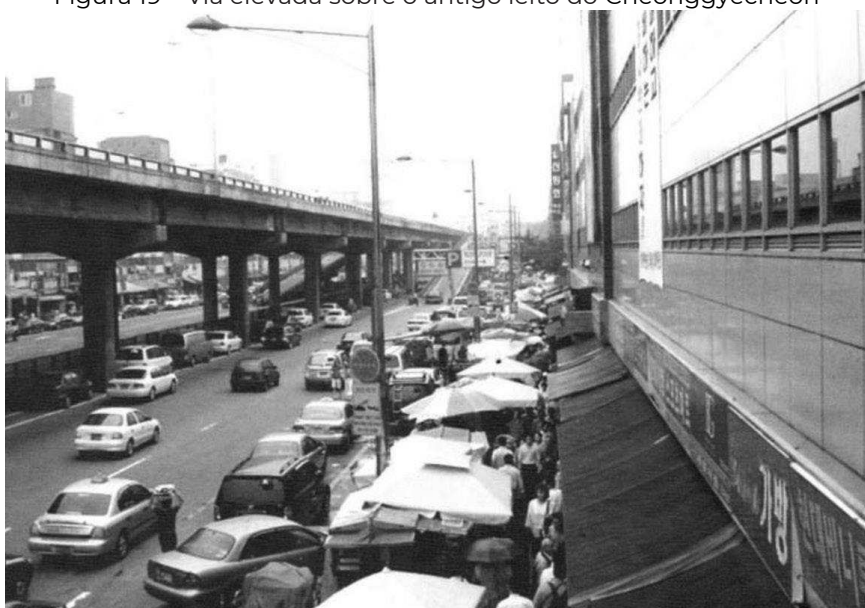
Embora, na área objeto desse trabalho, não se pretenda descanalizar o corpo d'água, considerando os custos dessa ação, dentre os elementos desse projeto analisado, é possível considerar para uma possível aplicação na área: o uso dos SUDS nas margens do corpo d'água, nesse caso canalizado; o uso da vegetação também no entorno, ajudando na infiltração da água e absorver

poluentes que podem ser arrastados no escoamento das águas; e a criação de espaços de lazer no entorno da área.

2.4.2. Recuperação Córrego Cheonggyecheon, Seul, Coreia do Sul

O Córrego Cheonggyecheon, de 11 km de extensão, era usado como sistema natural de drenagem e esgoto da cidade de Seul, porém causava transtornos aos moradores próximos devido a constantes transbordamentos das suas águas (Figura 19). Ele também era alvo constante de contaminações (REIS; SILVA, 2015).

Figura 19 – Via elevada sobre o antigo leito do Cheonggyecheon



Fonte: REIS; SILVA, 2015

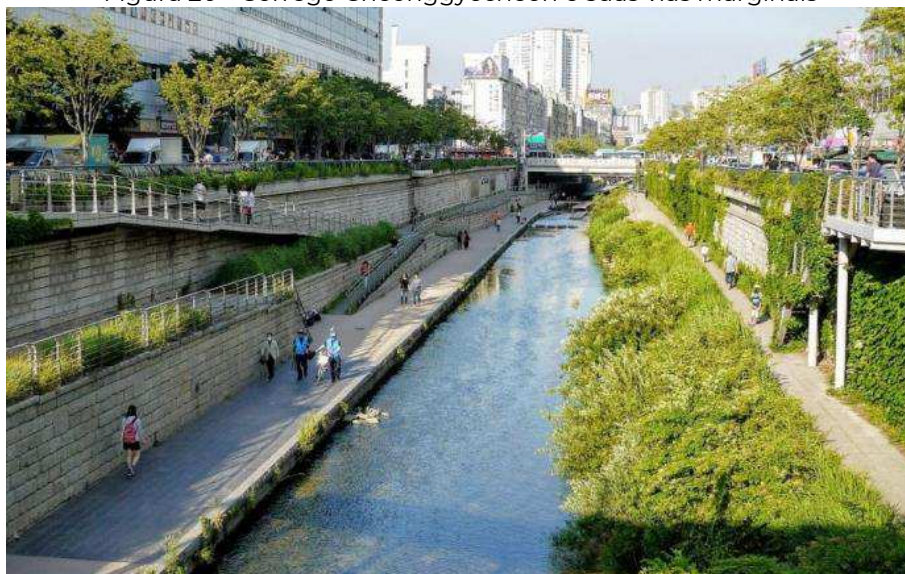
Por isso em 1961 iniciaram-se as obras para sua cobertura de parte de sua extensão (6km) com concreto, transformando seu espaço em uma via elevada. Porém, buscando a volta da sua vitalidade, entre 2003 e 2005 ele foi descoberto e restaurado, com a criação de vias laterais margeando o córrego (Figura 20) (REIS; SILVA, 2015). Foram usadas nas suas margens plantas, áreas gramadas, pedra e solo natural em sua orla para criar uma barreira vegetal de proteção e um sistema sustentável de drenagem.

Devido às constantes cheias, particularmente a um traumático episódio de enchente causado por chuvas torrenciais [...], e considerando a variação no volume da água ao longo do ano por causa das monções, foram projetadas áreas para transbordo da água e introduzidos recuos e aterros de absorção. Foram construídos terraços e calçadas em nível ao longo do curso d'água, com passeios junto ao nível mais baixo. Na margem mais alta, foram instaladas

separadamente linhas coletoras de esgoto e de águas pluviais (REIS; SILVA, 2015, p.124).

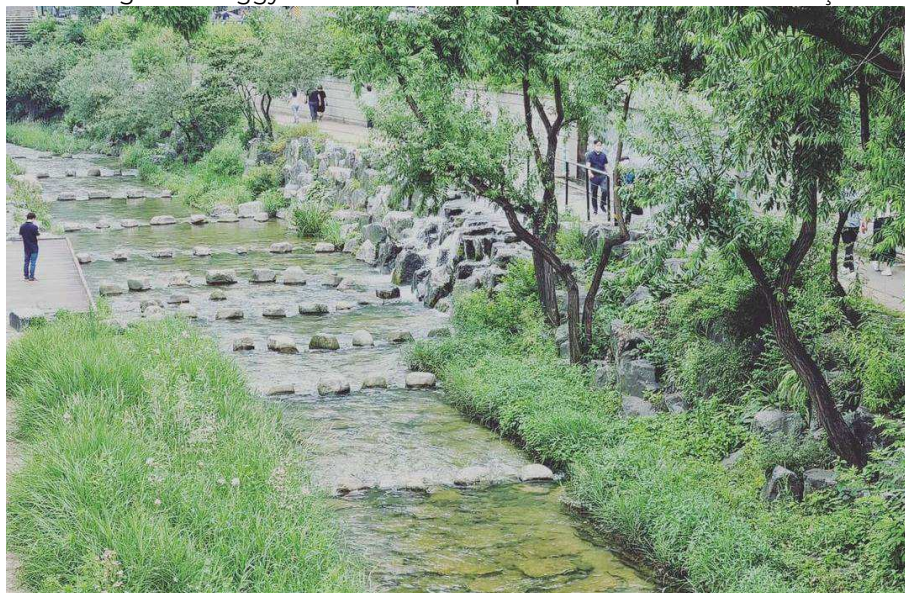
No processo de revitalização desse córrego, parte do material da demolição da sua cobertura foi reutilizado na construção do parque (Figura 21) (MASTER AMBIENTAL, 2014). Ao fim, o espaço se tornou uma área de recreação, passeio e descanso (REIS; SILVA, 2015).

Figura 20 - Córrego Cheonggyecheon e suas vias marginais



Fonte: KOREA LOCAL PAGES, 2021

Figura 21 - Córrego Cheonggyecheon com destaque ao material de demolição reutilizado



Fonte: KOREA LOCAL PAGES, 2021

Além disso, o governo investiu na melhora da mobilidade expandindo o transporte coletivo no local, reduzindo o número de espaços para carros e criando espaços para ciclistas, e, conseqüentemente, melhora da

acessibilidade para pedestres pela diminuição do número de veículos no local. Com essas ações houve muitos ganhos ambientais, como a diminuição das inundações, o aumento do número de espécies da fauna e flora do local, a redução da poluição por material particulado e a redução da temperatura na sua proximidade (MAEDA; SILVA; ESASIKA, 2013).

Esse projeto analisado apresenta como ponto principal a recuperação do córrego e das faixas que o margeiam para recreação e lazer, o mesmo que se pretende fazer na área de estudo. Além disso, é possível considerar a aplicação do sistema de drenagem que usam vegetação como forma de infiltrar a água das margens, inclusive podendo ser aproveitado algum concreto que possa ter sobrado da canalização do riacho da Ramadinha para essas soluções, como o que foi realizado no correlato apresentado. Também é possível considerar o desenho desse projeto como um modelo, por apresentar vias ao longo do córrego e as áreas verdes entre ele e as áreas de passagem.

2.4.3. Considerações a respeito da abordagem integrada nos correlatos

Os dois casos analisados apresentam elementos em comum, no que se refere à drenagem, meio ambiente, espaços públicos e mobilidade, destacado no quadro 3.

Quadro 3 - Comparação dos principais elementos de cada experiência

Ponto de análise	Parque Bishan-Ang Mo	Córrego Cheong-Gye
Drenagem e meio ambiente	Transformação do canal em um rio	Retirada da cobertura do córrego
	Uso de técnicas de drenagem sustentável que combinam vegetação e materiais naturais	Uso de técnica de drenagem que envolve o uso de plantas, áreas gramadas, pedra e solo natural em sua orla
	Aumento da biodiversidade	Aumento da biodiversidade, redução da poluição e da temperatura no local
Espaços públicos	Durante o inverno o rio inunda o parque, enquanto no verão, o local se torna uma área verde, com espaços para atividades recreativas e parquinhos	Entorno do córrego se tornou um parque com áreas verdes, de contemplação, passagem e permanência, com espaços para pedestres e ciclistas
Mobilidade	A retirada da cerca ao redor do canal gerou mais permeabilidade física e visual e garantiu mais facilidade de locomoção	Expansão do transporte coletivo no local, redução do número de espaços para carros e criação de espaços para ciclistas

Fonte: GHISLENI, 2021; LEITE, 2020; MAEDA, SILVA e ESASIKA, 2013; PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS; REIS e SILVA, 2015. Sistematizado pela autora, 2022

Ambos se referem a propostas sensíveis à água visto que conseguiram garantir, a partir das intervenções, seu manejo sustentável. Isso se deu pelo retorno da conservação do seu ciclo natural e da saúde das espécies nelas existentes.

Neles também foi possível identificar técnicas de drenagem sustentável, onde, nas margens dos cursos d'água foram usadas técnicas que uniam vegetação, materiais naturais como pedras e/ou concreto removido de contenções, além de grandes áreas gramadas. Essas técnicas se assemelham aos SUDS conhecidos como: sistema de biorretenção e faixas filtrantes.

Ao buscar soluções para melhorar a drenagem e solucionar os problemas de enchentes e inundações, esses projetos também conseguiram: a recuperação da vegetação nativa e das funções ecológicas; a criação de novos espaços de lazer, promovendo mais recreação; uma maior relação dos moradores do local com a natureza; e a melhoria da mobilidade pela melhoria da conectividade dos espaços e por privilegiar transportes não motorizados ou coletivos. Também pela resolução dos problemas de inundações, que possibilitou que as áreas ao redor dos cursos d'água fossem acessadas com mais facilidade.

**3| AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO, MOBILIDADE,
SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE NA ÁREA DA BACIA E AS
RELAÇÕES COM A DRENAGEM URBANA**

3.1. MÉTODO PARA AVALIAÇÕES DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE NA ÁREA DA BACIA

A avaliação dos projetos e das intervenções de urbanização de favelas é muito importante pois garante uma reflexão crítica sobre os resultados e impactos das ações e, também, pode contribuir ao exercício do controle social e democratização da gestão pública (BRASIL, 2004). Lima e Somekh (2013, p.114) consideram a análise urbanística como “uma série de estudos temáticos, cujos temas funcionam como ‘medidores’ do gradiente de deterioração dos padrões urbanístico-ambientais no interior dos assentamentos precários”.

Moretti e Denaldi (2018) desenvolveram um método para avaliação de projetos e intervenções de qualificação urbanística em assentamentos precários por meio da aplicação de descritores. Com base nos objetivos de melhoria das condições de habitação, melhoria das condições de mobilidade e melhoria das condições de saneamento e meio ambiente eles definiram metas para os projetos de urbanização e descritores quantitativos e qualitativos para avaliação do atendimento das metas. Esses descritores funcionam como uma lista de verificação, e podem ser quantitativos, com parâmetros numéricos, e qualitativos, quando não se consegue estabelecer parâmetros numéricos. Para efeito de avaliação, foram usados alguns descritores propostos por eles somados a novos descritores propostos por Santos e Moraes (2021) e em Machado et al. (2022).

As metas estão relacionadas as limitações enfrentadas para elevar a qualidade das intervenções. E os descritores apresentam a descrição das situações relacionadas aos elementos da urbanização e cumprem a função de mostrar o que pode ser feito para que possa ser verificado se foi ou não realizado.

Como o trabalho de referência não estabelece os parâmetros para a avaliação, ou seja, o que indica adequação e o que evidencia inadequação, também foram usados os parâmetros criados e aplicados na pesquisa de Santos e Moraes (2021) a partir de várias referências técnicas reconhecidas nos âmbitos internacional, nacional e local. Todavia, não foi possível estabelecer parâmetros para avaliar todos os descritores quanto à sua adequação. Eles foram estabelecidos com base na legislação e algumas referências que já tratavam de alguns parâmetros e índices para análise das situações.

Considerando que a intervenção realizada na área objeto de estudo no presente trabalho teve investimento do PAC-UAP, programa voltado aos assentamentos precários, foi priorizada para o estudo na bacia da Ramadinha a ZEIS Ramadinha II, tendo em vista suas condições de precariedade e inadequação. Outro ponto a ser considerado é que essa intervenção focou na canalização do curso d'água existente no local, ou seja, nas soluções de drenagem, por isso, é preciso pautar essa avaliação nos descritores relativos à adequação das soluções de drenagem das águas pluviais e para este trabalho foram realizadas análises específicas em relação a este tema.

A dimensão da habitação, nesse caso, está relacionada à análise da unidade domiciliar e sua inserção urbana, a existência e qualidade das áreas de uso público. Já a de mobilidade busca verificar como ocorre a circulação de pedestres e de veículos automotores e o acesso aos domicílios, serviços e equipamentos públicos. Na dimensão de saneamento e meio ambiente, busca-se entender a existência e as características relacionadas à drenagem urbana e às APP's.

Como o foco da análise deste trabalho é a drenagem, foram selecionados os descritores que estavam relacionados: as soluções de drenagem já usadas no local, as possíveis áreas de aplicação dos SUDS e as ações que poderiam facilitar sua utilização.

De forma geral, a avaliação desses descritores foi realizada na pesquisa de iniciação científica de Santos e Moraes (2021), porém, nesse trabalho todas elas foram revisadas e atualizadas, tendo em vista as mudanças que ocorreram na área e a atualização das fontes de dados.

No quadro 4 são apresentadas as dimensões, metas e descritores utilizados, bem como a relação de cada descritor com as questões de drenagem:

Quadro 4 - Dimensões, metas e descritores para avaliação das condições

Dimensões	Metas	Descritores	Como o descritor interfere na drenagem
Melhoria das condições de habitação	Garantia de moradia adequada para as famílias removidas	Reassentamento das famílias em unidades prontas, próximas ao núcleo original e em locais adequados	A partir da remoção de famílias de áreas de risco de alagamento é possível adotar soluções de drenagem nesses locais
	Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade	Existência de uma fração mínima de terra por unidade habitacional	Quando há percentuais maiores de áreas permeáveis é possível diminuir os impactos das águas pluviais sobre as vias e infraestruturas. Também seria possível a implementação de dispositivos de drenagem sustentável nas áreas permeáveis.
	Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos	Metragem quadrada por domicílio de áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros	Alguns sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em áreas de uso comum. Quanto mais dessas áreas, maior a possibilidade da aplicação desses sistemas.
	Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos	Localização, distribuição e tratamento paisagístico das áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros Existência dos equipamentos públicos (escolas, postos de saúde etc.) na área e/ou nas proximidades do assentamento	Alguns sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em áreas de equipamentos, quanto mais se tiver dessas áreas, maior a possibilidade de sua. Além disso, as situações de alagamento dificultam o acesso aos equipamentos
Melhoria das condições de mobilidade	Redução das situações de difícil acesso aos domicílios	Percentual de domicílios em vias que só permitem acesso de pedestres	Alguns tipos de sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados nessas vias, melhorando também o acesso da população em dias de chuva e prováveis alagamentos
	Pavimentação adequada das vias	Pavimentação implementada de forma conjugada às soluções de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial	Se essa pavimentação foi implementada junto com soluções de drenagem, problemas de alagamento serão diminuídos
	Atendimento dos domicílios por transporte público	Percentual de domicílios atendidos por transporte público em um raio de 500 metros	As situações de alagamento dificultam o acesso aos pontos de ônibus
	Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário	Percentual de vias que permitem acesso de caminhão	Alguns tipos de sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados nessas vias, melhorando também o acesso da população em dias de chuva e prováveis alagamentos

	Qualidade da circulação de pedestres	Condições de acessibilidade para pedestres (separação entre veículos e pedestres, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas)	Alguns tipos de sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em calçadas, melhorando também o acesso da população em dias de chuva e prováveis alagamentos
Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente	Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais	Existência de estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção	Descritores já relacionados a drenagem
		Existência de estruturas adequadas de micro drenagem na área de intervenção	
		Existência de dispositivos alternativos e complementares de drenagem	
		Garantia de medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem na área de intervenção	
		Limpeza e remoção de detritos no sistema de drenagem das águas pluviais	
	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	Essas são áreas de potencial para aplicação de sistemas de drenagem sustentável
	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.		
Aumento do percentual de áreas permeáveis e com cobertura vegetal e arborização	Percentual de áreas permeáveis (excetuando-se as áreas de lotes)		
Garantia de atendimento às normas urbanísticas e ambientais	Atendimento às normas de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edílicas e ambientais	Muitos dos parâmetros relacionados à melhoria das condições de drenagem podem ser extraídos das normas	

LEGENDA

Proposto por MORETTI; DENALDI (2018)	
Proposto pela equipe do Observatório das Metrôpoles, com participação da autora	
Autora (2022)	

Fonte: Autora, 2022

3.2. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE HABITAÇÃO

Em relação à habitação, é importante destacar, novamente, que antes da intervenção muitas famílias moravam no entorno imediato do corpo d'água existente na área. Portanto, as condições eram inadequadas e de risco socioambiental. Por isso, um ponto crucial dessa intervenção deveria ser a garantia de moradia adequada, um direito reconhecido na Constituição Federal, para as famílias desta área suscetível a alagamentos. Como já tratado anteriormente, para construção do canal foi realizada a remoção dessas edificações em risco e grande parte dos seus moradores foi reassentada para o condomínio Vila Nova da Rainha. Não foi possível o acesso a dados oficiais em relação à quantidade exata de famílias reassentadas, nem quanto ao número de famílias indenizadas. De acordo com os estudos de Oliveira (2019), foi estimado que, das 54 edificações ocupando as margens do canal da Ramadinha, apenas nove não estavam na área da ZEIS (Figura 22).

Figura 22 – Cartograma de área de remoções e reassentamento



Fonte: OLIVEIRA, 2019. Elaborado pela autora, 2022

Os percentuais de ocupação e permeabilidade podem dar um indicativo referente às situações de adensamento encontradas na bacia. O anexo IV do Código de Obras (Lei Municipal nº 5410/2013) define os parâmetros urbanísticos para a Zona de Recuperação Urbana, estabelecida no Plano Diretor. Para esta zona foi prevista uma taxa de ocupação máxima de 60% para uso residencial, com a taxa de permeabilidade de 20% (CAMPINA GRANDE, 2013).

A Lei Municipal nº. 4.806/2009 (CAMPINA GRANDE, 2009), que regulamenta as Zonas Especiais de Interesse Social, não especifica a taxa de ocupação máxima para ZEIS I, porém determina como sendo 10 % a taxa de solo permeável para cada terreno. Considerando isso, seria possível, ocupar ou pavimentar os 90% restantes.

Ao todo, cerca de 7% dos lotes da bacia estão com percentuais de ocupação acima dos previstos nas leis (Figura 23). Obviamente, alguns destes lotes foram ocupados antes do estabelecimento de tais parâmetros. Isso somado à insuficiência de controle urbano pode gerar a ampliação da impermeabilização do solo urbano. Na área das ZEIS são encontradas variações de percentuais, mas predominam ocupações do solo de 40 a 50% nos lotes, embora a legislação permita que até 90% de ocupação do solo nos lotes em ZEIS. É necessário atentar que as quadras externas à ZEIS onde a ocupação dos lotes ultrapassa os 60% permitidos para a Zonas de Recuperação Urbana. O alto adensamento pode interferir no conforto das edificações, na salubridade e na drenagem.

Considerando os percentuais de permeabilidade mínimos de 10% para ZEIS e 20% para as demais áreas de ZRU, as condições encontradas na bacia indicam cerca de 2,52% dos lotes totais com percentual de permeabilidade abaixo do estabelecido pelas legislações municipais, sendo 0,21% na área que corresponde a ZEIS (Figura 24). Portanto, ainda seria possível estabelecer parâmetros para ampliar as áreas permeáveis, para diminuir potenciais sobrecargas às infraestruturas de drenagem no futuro.

A fonte dos dados correspondente aos percentuais de permeabilidade é anterior à construção das edificações da área a oeste e não foi possível realizar os cálculos para essa área, considerando os dados disponíveis de área do lote a da edificação, pois, nem todo espaço não edificado é necessariamente permeável.

Figura 23 – Cartograma de percentual de ocupação da bacia da Ramadinha



Legenda:



Fonte: SANTOS; MORAES, 2021. Modificado pela autora, 2022

Figura 24 – Cartograma de percentual de permeabilidade da bacia da Ramadinha



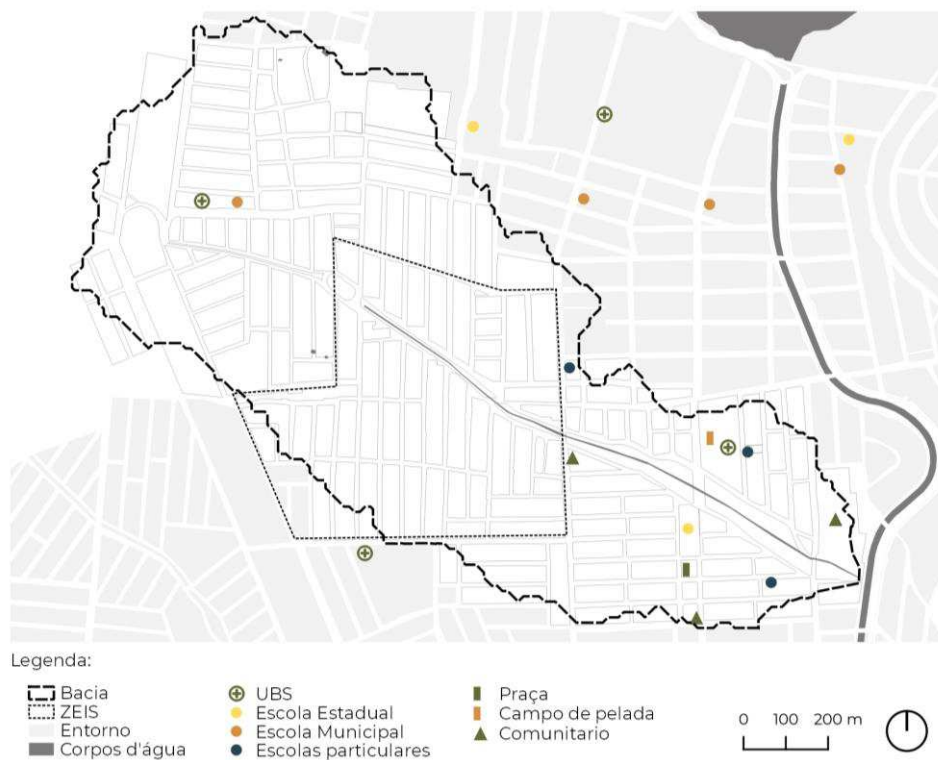
Legenda:



Fonte: SANTOS; MORAES, 2021. Modificado pela autora, 2022

Tratando especificamente dos equipamentos de educação, saúde e lazer públicos é importante lembrar que alguns sistemas de drenagem podem ser implantados nas áreas não ocupadas dos terrenos onde foram implantados estes equipamentos. Na área da bacia existem duas Unidades Básicas de Saúde (UBS), dois equipamentos comunitários (Sociedade dos Amigos do Bairro - SAB e o Centro de Zoonoses), uma escola municipal de ensino fundamental e uma escola estadual de ensino fundamental e médio, além de três escolas particulares (Figura 25). Calculando a permeabilidade de cada terreno dos equipamentos e considerando apenas as escolas públicas e as UBS, todos apresentam áreas permeáveis em cerca de 70% da área do lote. Mesmo havendo oferta de escolas e de UBS na área de estudo, elas se concentram fora da área da ZEIS, e a distância percorrida para esses equipamentos ultrapassa 500m.

Figura 25 – Cartograma de equipamentos da bacia da Ramadinha



Fonte: SANTOS; MORAES, 2021. Modificado pela autora, 2022

Em relação aos espaços livres públicos de lazer, há a praça Ronaldo Cunha Lima na parte leste da área, que possui pavimentação intertravada ou de areia, ambas permeáveis e um campo de “pelada” improvisado em uma área não ocupada e totalmente impermeável. Porém, ambos localizados na

região leste da bacia. Desse modo constatou-se a insuficiência destes espaços nas outras áreas da bacia, incluindo a ZEIS, sendo necessário percorrer grandes distâncias até eles.

O quadro 5 apresenta uma síntese da avaliação das condições de habitação considerando a realidade analisada após a conclusão parcial da intervenção.

Quadro 5 - Síntese da avaliação das condições habitacionais

Dimensões	Metas	Descritores	Avaliações
Melhoria das condições de habitação	Garantia de moradia adequada para as famílias removidas	Reassentamento das famílias em unidades prontas, próximas ao núcleo original e em locais adequados	Reassentamento para local sem risco, com disponibilidade de equipamentos e serviços a 1,1 km de distância do local de origem. Situação tende à ADEQUAÇÃO.
	Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade	Existência de uma fração mínima de terra por unidade habitacional	Estão com percentuais abaixo do estabelecido em norma apenas cerca de 7% dos lotes em relação ao percentual de ocupação e 2,52%, ao percentual de permeabilidade. A análise, porém, foi comprometida pela falta de dados de parte da bacia e é preciso se atentar as áreas mais adensadas na área da ZEIS, mesmo sendo em porcentagens permitidas pela legislação.
	Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos	Metragem quadrada por domicílio de áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros	Considerando não haver parâmetros para ZRU, seria possível considerar como parâmetro mínimo os 15% destinados a equipamentos e espaços de uso público / área verde em área de ZEIS. Na área da bacia, menos de 1% da área é destinada a esse uso, não havendo na área da ZEIS, nenhuma área pública destinada a lazer. Situação tende à INADEQUAÇÃO.
		Localização, distribuição e tratamento paisagístico das áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros	Não houve oferta de equipamento de lazer a uma distância percorrida a pé de no máximo 500 m a pé. A área correspondente a ZEIS não possui nenhum equipamento de lazer. Situação tende à INADEQUAÇÃO.
	Existência dos equipamentos públicos (escolas, postos de saúde etc.) na área e/ou nas proximidades do assentamento	Não houve oferta de novos equipamentos públicos no perímetro e entorno, sendo necessário percorrer uma distância maior que 500m a pé. A área correspondente a ZEIS não possui nenhum equipamento de saúde ou educação. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	

LEGENDA

Proposto por MORETTI; DENALDI (2018)	
Proposto pela equipe do Observatório das Metrópoles, com participação da autora	
Avaliações realizadas pela autora neste TCC	

Fonte: Autora, 2022

Como houve reassentamento das famílias em situação de risco, que nesse caso era o entorno do canal, esse espaço, que se tornou vazio, se tornou potencial para receber soluções de drenagem urbana sustentável. Quanto à permeabilidade das unidades habitacionais, embora com uma porcentagem pequena, existem lotes com baixa permeabilidade, e, conseqüentemente, com menos áreas de infiltração das águas pluviais, sendo necessário criar alternativas, em outras áreas possíveis, para compensar essa insuficiência.

Sobre as áreas de uso comum, a situação tende à inadequação em ambas as análises realizadas, indicando que existem poucas áreas de uso público na bacia, e como estes são espaços possíveis para recebimento dos SUDS, é necessário criar novos equipamentos e melhorar as áreas livres dos disponíveis, sobretudo de lazer, maior demanda da área da bacia.

3.3. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE MOBILIDADE

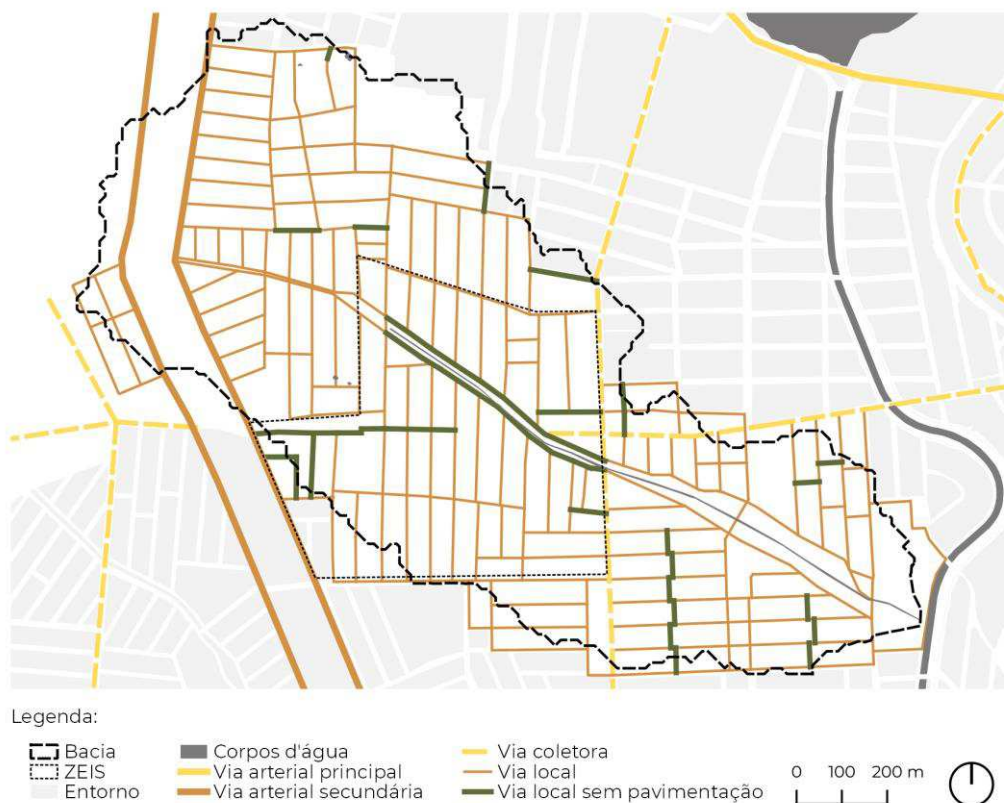
Uma questão fundamental para a melhoria da circulação de veículos e pessoas é a boa pavimentação das vias, pois garante uma circulação mais fácil e segura. Em dias de chuvas as vias não pavimentadas e sem sistemas eficientes de drenagem podem ficar alagadas. De forma geral, na área de bacia 86% das vias locais são pavimentadas, sendo de terra principalmente as vias menores no encontro de quadras (Figura 26). Destaca-se na área da ZEIS Ramadinha II, na parte oeste, uma via de grande extensão que não foi pavimentada, que é a rua Mário Rodrigues Coura e que sofre com problemas de alagamento. Além desta via, há outras não pavimentadas na área da ZEIS, algumas próximas a ela, e também existem outras duas vias menores sem pavimentação no seu limite leste.

Algumas das principais vias da cidade cortam ou são próximas à área da bacia da Ramadinha e à ZEIS Ramadinha II, sendo elas: a Avenida Plínio Lemos, arterial secundária, as ruas Florípedes Coutinho e João Sérgio de Almeida, coletoras, e a rua Aprígio Veloso, no entorno, que é arterial principal. Na área da bacia não existem vias de pedestre, visto que a via com menor largura apresenta mais de 3,5m, podendo ser acessada por automóvel.

É importante destacar que mesmo a maioria das vias tendo pavimentação muitas delas foram realizadas de forma desconectada das

infraestruturas de drenagem. Tal condição acarreta, como falado anteriormente, alagamentos em muitas ruas, afetando terrenos, residências e as condições de vida de seus moradores.

Figura 26 – Cartograma de tipos de vias da bacia e entorno

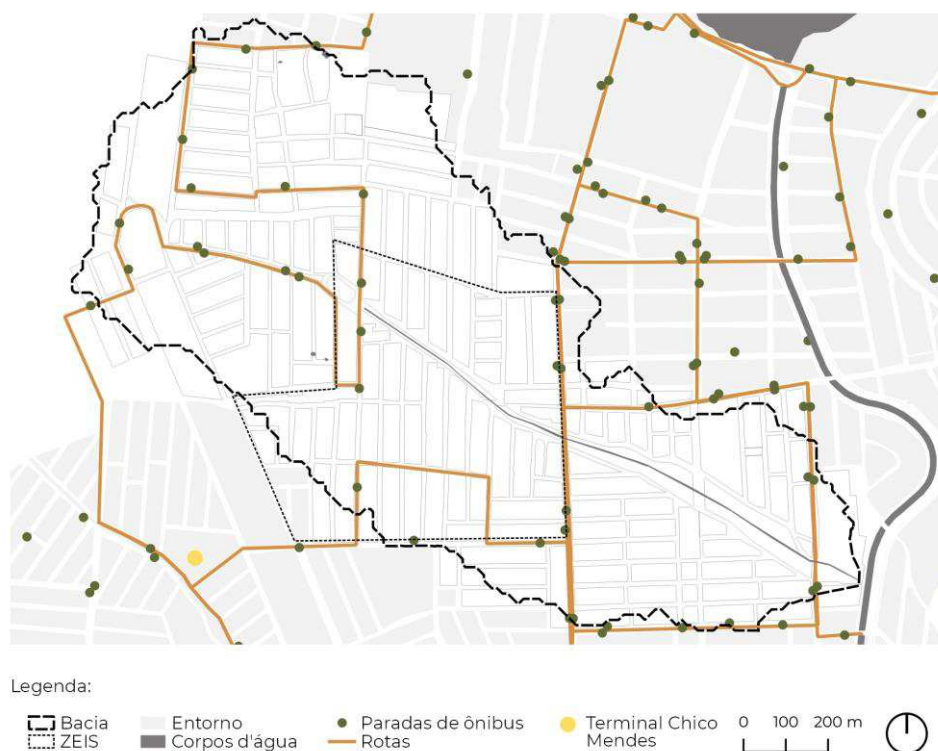


Fonte: CAMPINA GRANDE, 2015; GOOGLE EARTH, 2022. Elaborado pela autora, 2022

Outro fator importante relacionado à mobilidade é o acesso a transporte público, permitindo que os moradores do local possam se conectar ao restante da cidade. Os pontos de ônibus são diretamente afetados pela questão da drenagem. O alagamento de vias, além de poder dificultar o próprio tráfego dos transportes públicos, pode impedir que os moradores tenham acesso aos pontos de ônibus. A área da bacia é atendida por cinco linhas de ônibus (020, 066, 660 263 e 636) que passam por diversos pontos em toda a área, incluindo partes da ZEIS. Estas linhas conectam a área a diversos bairros da cidade, incluindo a área onde as famílias foram reassentadas e ao Terminal de Integração Central, onde é possível acessar a todas as outras linhas de ônibus da cidade (Figura 27).

Além disso, próximo à ZEIS, está localizado o Terminal de Integração do Chico Mendes, por onde passam os ônibus que circulam dentro da área da bacia. Todas as residências da bacia são atendidas por esse transporte, considerando um raio de 500m das paradas de ônibus.

Figura 27 – Cartograma de rotas e paradas de ônibus da bacia



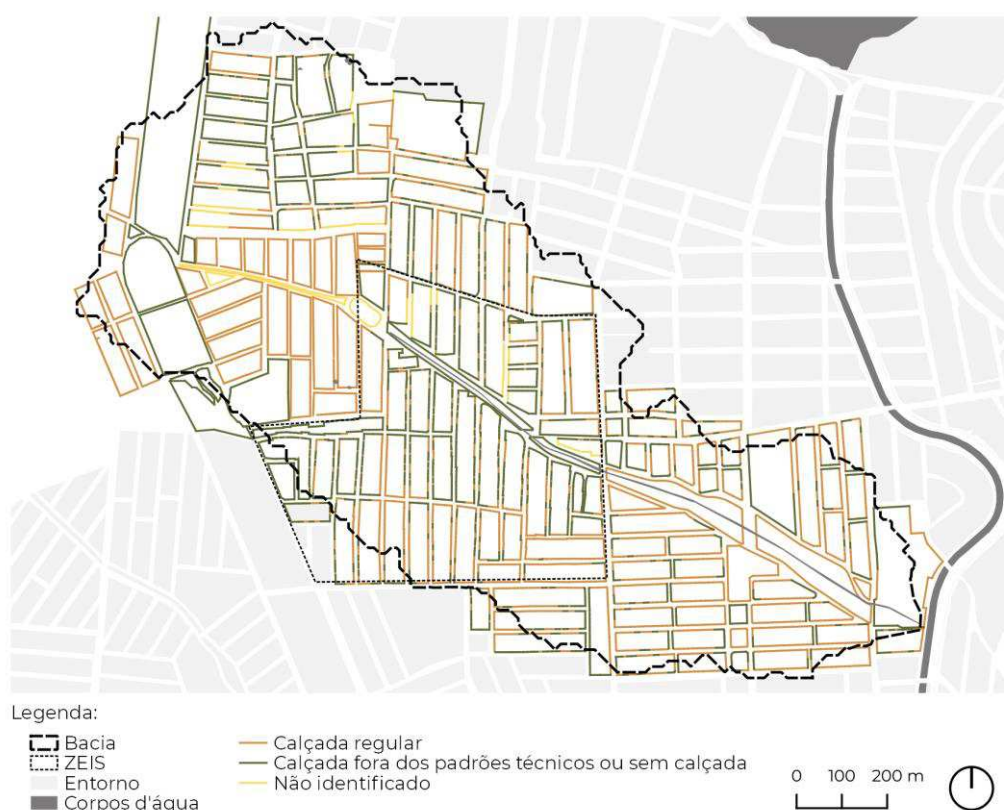
Fonte: STTP, 2022. Elaborado pela autora, 2022

Outro serviço público que pode ser afetado pelos alagamentos nas vias da área é o de coleta de lixo. Segundo entrevista com a liderança da SAB Ramadinha (2022), em todas as ruas da bacia passa caminhão de lixo.

Para os pedestres, mais especificamente, é a situação das calçadas que define as condições de mobilidade, considerando a caminhabilidade e a acessibilidade. No Plano de Mobilidade de Campina Grande (Lei Complementar nº 004, de 08 de abril de 2015), em seu Art. 26, é definido que a faixa de circulação para pedestre deve ter largura mínima de 1,20 m livre de obstáculos e inclinação transversal máxima de 2%, superfície regular, firme, estável e antiderrapante bem como, permanente manutenção (CAMPINA GRANDE, 2015).

Na área da bacia, cerca de 44% dos trechos das vias estão sem calçadas ou apresentam calçadas fora do padrão requerido no Plano de Mobilidade. A maior concentração de irregularidades nas calçadas se dá na área da ZEIS e na parte noroeste da bacia (Figura 28). As vias sem calçadas são as mais afetadas pelos alagamentos, mas também têm o potencial de receber sistemas de drenagem adequados e, também, os SUDS.

Figura 28 – Cartograma de calçadas da bacia



Fonte: SANTOS; MORAES, 2021. Modificado pela autora, 2022

No quadro 6 é sintetizada a avaliação das condições de mobilidade, considerando a realidade da bacia da Ramadinha e com foco na área da ZEIS.

Quadro 6 - Síntese da avaliação das condições de mobilidade

Dimensões	Metas	Descritores	Avaliações
Melhoria das condições de mobilidade	Redução das situações de difícil acesso aos domicílios	Percentual de domicílios em vias que só permitem acesso de pedestres	Na área da bacia não existe vias de pedestre.
	Pavimentação adequada das vias	Pavimentação implementada de forma conjugada às soluções de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial	A pavimentação foi realizada de forma desconectada das infraestruturas, principalmente de drenagem, já que, muitas ruas e residências sofrem com alagamentos. Algumas vias da ZEIS, inclusive nem apresentam pavimentação. Situação tende à INADEQUAÇÃO.
	Atendimento dos domicílios por transporte público	Percentual de domicílios atendidos por transporte público em um raio de 500 metros	Todas as residências da bacia são atendidas por transporte público no raio de 500m (considerando os pontos de ônibus). Situação tende à ADEQUAÇÃO.
	Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário	Percentual de vias que permitem acesso de caminhão	Todas as vias da bacia apresentam largura maior que 3,5m, possibilitando acesso por caminhão. Situação tende à ADEQUAÇÃO.
	Qualidade da circulação de pedestres	Condições de acessibilidade para pedestres (separação entre veículos e pedestres, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas)	Cerca de 44% das vias não apresentam calçadas, ou apresentam calçadas fora dos padrões. Porcentagem que deveria ser abaixo dos 30%. A área correspondente a ZEIS apresenta a maior concentração das irregularidades em calçadas. Situação tende à INADEQUAÇÃO.

LEGENDA

Proposto por MORETTI; DENALDI (2018)	
Proposto pela equipe do Observatório das Metrôpoles, com participação da autora	
Avaliações realizadas pela autora neste TCC	

Fonte: Autora, 2022

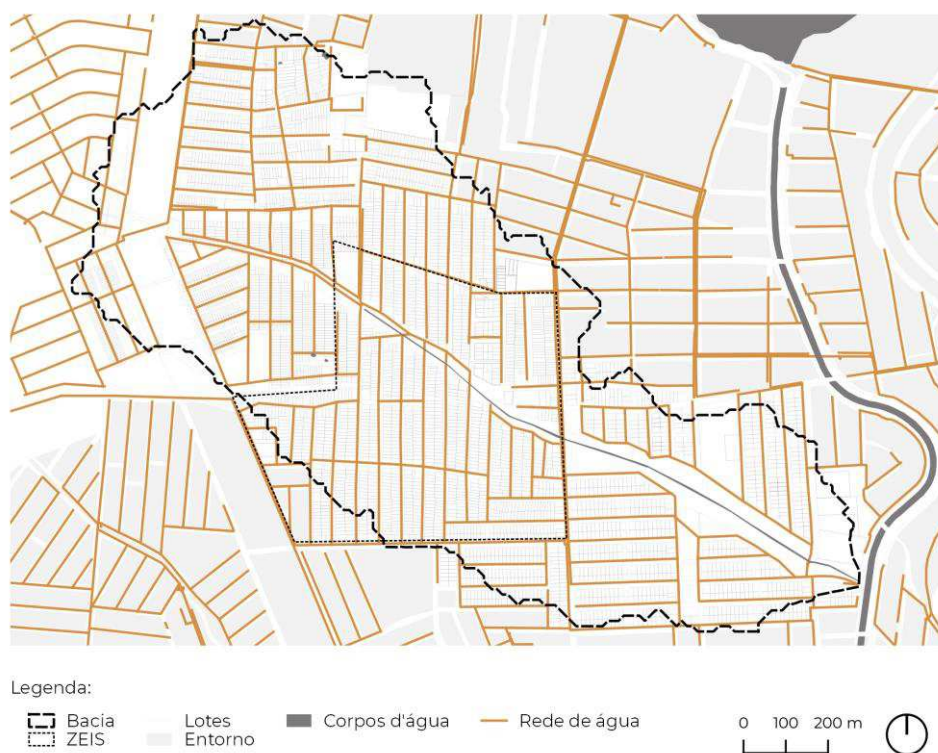
De forma geral, ainda existem muitas vias irregulares quanto a sua pavimentação e calçadas a serem construídas, e isso colabora com a continuação dos alagamentos na área da bacia e com as dificuldades de mobilidade na área. Sendo assim, é possível realizar pavimentação dessas vias e construção de passeios junto com soluções de drenagem, com o uso de pavimentos permeáveis para que, assim, os problemas de alagamentos sejam diminuídos.

3.4. AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

As moradias precisam ser servidas pelas infraestruturas de água tratada, drenagem das águas pluviais, coleta e tratamento dos esgotos de modo a garantir a qualidade de vida dos moradores. A Assembleia Geral das Nações Unidas estabeleceu, em 28 de julho de 2010, a água limpa e segura e o saneamento como um direito humano. Além disso, ela é definida como essencial para o desenvolvimento sustentável (ONU, 2011).

Em relação à rede de abastecimento de água, como já descrito anteriormente, todas as famílias da área de intervenção tinham acesso à rede de abastecimento de água antes mesmo da intervenção. Isso pode ser ilustrado também através do cartograma 29.

Figura 29 – Cartograma de rede de água da bacia e entorno

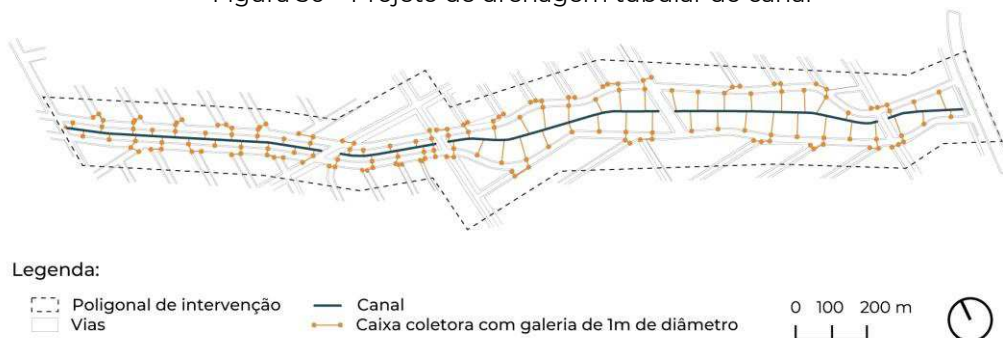


Fonte: OBSERVA CAMPINA, 2021. Elaborado pela autora, 2022

No que se refere à drenagem, uma questão chave para a área da bacia e da ZEIS, os dados disponíveis relativos à área também estão defasados, pois são de 2006, porém, o projeto de drenagem da urbanização abrange apenas a área do canal e seu entorno imediato, com a canalização do riacho e construção de caixas coletoras (Figura 30). As medidas adotadas foram

tradicionais e a intervenção não adotou uma postura mais sensível a água e ficou muito restrita ao entorno imediato do antigo riacho. Além disso, as ações não foram integradas aos outros elementos de urbanização, como as melhorias das áreas de lazer ou de mobilidade, além disso,

Figura 30 – Projeto de drenagem tubular do canal



Fonte: PMCG, 2011. Modificado pela autora, 2022

De acordo com a liderança da SAB Ramadinha (2022), as situações de alagamento melhoraram apenas na área que houve canalização do corpo d'água, nas vias perpendiculares ao canal. Em função desta intervenção restrita e de problemas na execução, ainda ocorrem alagamentos nas casas localizadas em terrenos que estão em níveis mais baixos em relação às vias, principalmente na área da ZEIS. Em função dos alagamentos, os moradores têm construído barreiras na frente dos lotes para evitar a entrada de água.

Segundo Santos (2021) a microdrenagem não abrange todas as vias da bacia de estudo, sendo concentrada no encontro das ruas transversais com o canal da Ramadinha. Em relação à adequação às intervenções estruturais de macrodrenagem, nestas deveriam ser considerados os impactos das intervenções nas áreas à jusante, porém não há indícios de que foram considerados os impactos da intervenção nestas áreas.

De acordo com os relatos dos moradores, descritos por Santos (2021), a manutenção dos sistemas de drenagem não ocorre de maneira preventiva, e sim corretiva, após reclamações dos locais do entupimento dos bueiros e/ou bocas de lobos. Além das limitadas intervenções se expressarem em problemas que afetam os moradores, tais questões acabam sobrecarregando os processos de manutenção pós-urbanização. Quanto à limpeza do canal, não foi possível identificar uma periodicidade.

Sobre o esgotamento sanitário não foi possível identificar a situação atual pois os dados disponíveis estão defasados e não apresentam informações para as áreas de ocupação mais recente. Porém, em visita ao local, foi constatado na área da ZEIS uma rua ainda sem rede de esgoto, na qual os moradores usam fossa, que é a rua Mário Rodrigues Coura, que se destaca por também não ter recebido pavimentação.

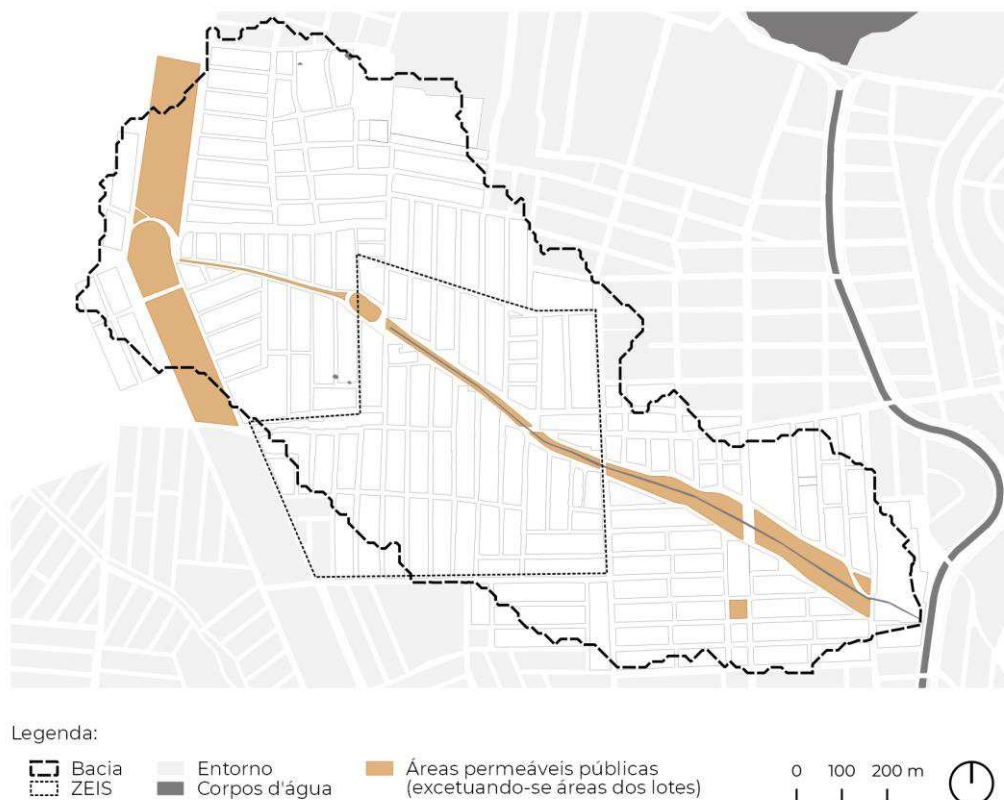
Outro ponto que necessita de destaque quanto às questões ambientais é a recuperação das áreas de margens de cursos d'água e nascentes, que são locais potenciais para aplicação de sistemas de drenagem sustentável e, também, para a implantação de espaços e equipamentos para lazer, recreação, encontro etc. Nos projetos para a urbanização da área, levantados na Secretaria de Obras, os terrenos situados junto ao canal aparecem como áreas verdes e as edificações situadas nas margens do canal foram reassentadas, porém, os trechos no entorno do canal não receberam nenhum tratamento paisagístico e preservação (PMCG, 2011). Também não foram desenvolvidas estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação das áreas próximas ao canal, havendo apenas a fiscalização (SANTOS; MORAES, 2021), mas que, historicamente, não vem sendo eficaz.

Como na área da bacia existe apenas um equipamento de lazer, as outras áreas de possível aplicação dos SUDS são os terrenos livres do entorno do canal e onde passam as linhas de alta tensão (Figura 31). Juntas, essas áreas somam aproximadamente 121 mil m², que representa aproximadamente 9,4% da área total da bacia.

As normas de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edilícias e ambientais, são essenciais para garantir a melhoria das condições de drenagem e ambientais, visto que nelas são apresentados os parâmetros técnicos para esse fim. Com base no Código de Obras e Código de Defesa do Meio Ambiente, as margens de 15m do canal da Ramadinha foram preservadas a partir da remoção das edificações em risco no entorno do canal.

De forma geral, foram adotadas medidas estruturais convencionais de drenagem, sem alinhamento com as ações prioritárias relacionadas do Plano Diretor, nem foram realizadas intervenções referentes aos objetivos do Plano de Mobilidade. Também não houve intervenções em áreas precárias da bacia, principalmente na área da ZEIS, que deveria ser priorizada no processo.

Figura 31 – Cartograma de áreas permeáveis públicas da bacia



Fonte: GOOGLE EARTH, 2022. Elaborado pela autora, 2022

No quadro 7, é apresentada a síntese da avaliação das condições de saneamento e meio ambiente, com foco na drenagem.

Quadro 7 - Síntese da avaliação das condições de saneamento e meio ambiente

Dimensões	Metas	Descritores	Avaliações
Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente	Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais	Existência de estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção	Há estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção, embora não tenha sido considerados os impactos da intervenção nas áreas a jusante. Situação tende à ADEQUAÇÃO
		Existência de estruturas adequadas de micro drenagem na área de intervenção	As estruturas de micro drenagem não abrangem todas as vias da bacia de estudo, nem a totalidade da área da ZEIS, sendo concentrada no entorno do canal da Ramadinha. Situação tende à INADEQUAÇÃO
		Existência de dispositivos alternativos e complementares de drenagem	Não houve um projeto específico com objetivo de adoção de técnicas complementares de drenagem sustentável. Situação tende à INADEQUAÇÃO
		Garantia de medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem na área de intervenção	Embora tenham ocorrido ações sociais na intervenção, estas não estiveram focadas na problemática de drenagem. Situação tende à INADEQUAÇÃO
		Limpeza e remoção de detritos no sistema de drenagem das águas pluviais	Não ocorrem serviços adequados e/ou regulares de limpeza e remoção de detritos de maneira preventiva, e sim corretiva. Situação tende à INADEQUAÇÃO
	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	Os terrenos situados junto ao canal não receberam nenhum tratamento paisagístico, parte deles, inclusive, estão situados dentro da ZEIS. Situação tende à INADEQUAÇÃO
		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.	Famílias que moravam na faixa dos 15m foram reassentadas, com isso, essa faixa possui uso de baixo impacto, servindo apenas como vias ou estão sem uso. Situação tende à ADEQUAÇÃO
	Aumento do percentual de áreas permeáveis, cobertura vegetal e arborização	Percentual de áreas permeáveis (excetuando-se as áreas de lotes)	De forma geral, todas as áreas públicas livres, com exceção das vias, são de solo natural ou de pavimento permeável, correspondendo a aproximadamente 9,4% da área total da bacia. Situação tende à ADEQUAÇÃO
	Garantia de atendimento às normas urbanísticas e ambientais	Atendimento às normas de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edilícias e ambientais	As normas não foram consideradas parcialmente nessa intervenção. Situação tende à INADEQUAÇÃO.

LEGENDA

Proposto por MORETTI; DENALDI (2018)	
Proposto pela equipe do Observatório das Metrôpoles, com participação da autora	
Avaliações realizadas pela autora neste TCC	

Fonte: Autora, 2022

A partir das avaliações fica clara a necessidade de buscar alternativas complementares à urbanização, e não convencionais no que se diz respeito a drenagem da área da bacia, com a aplicação de sistemas de drenagem sustentável nas áreas livres públicas, e também nas vias e calçadas, considerando toda normativa disponível. E com isso seria possível garantir a recuperação das margens do canal com espaços verdes e de lazer, bem como, diminuir as situações de alagamento da área.

3.5. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS CONDIÇÕES DA HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE

Ao analisar os descritores percebe-se que a maior parte das condições tendem à inadequação. Nas condições de habitação, as questões de maior inadequação são referentes às quadras mais adensadas, com valores maiores ou muito próximos ao permitido em legislação, principalmente na área da ZEIS. Mesmo que nesse caso as porcentagens permitidas sejam maiores, áreas muito adensadas são mais propícias a alagamentos pela falta de solo para infiltração das águas.

Outro destaque negativo é a falta de equipamentos públicos de lazer, saúde e educação suficientes para atender a toda área da bacia. Embora existam esses equipamentos na área da bacia da Ramadinha, eles não estão próximos de todos os moradores. A área correspondente a ZEIS, inclusive, não possui nenhum equipamento.

Quanto à mobilidade, as inadequações se concentram nas condições de pavimentação, que, embora tenha sido realizada na maior parte das vias da bacia, ocorreu de forma desconectada das infraestruturas, principalmente de drenagem, tendo a ZEIS algumas vias não pavimentadas ainda. Também houve a desconsideração do pedestre, já que quase metade das vias possuem calçadas fora dos padrões técnicos ou estão sem calçadas, principalmente na área da ZEIS.

A respeito do saneamento e meio ambiente, estão inadequadas as condições relacionadas principalmente à drenagem urbana. A micro drenagem não abrange a toda bacia e nem a toda a ZEIS. Não foram adotadas alternativas técnicas complementares e nem medidas não estruturais

adequadas para a drenagem. A limpeza do canal não ocorre de maneira preventiva. Além disso, não houve ainda, nenhum tratamento paisagístico adequado nas áreas do entorno do canal.

Um ponto preocupante é que a área da ZEIS Ramadinha, que deveria ser prioritária na intervenção, não recebeu atenção necessária, visto que a urbanização ficou restrita ao canal e seu entorno. A rua Mário Rodrigues Coura, interna a ZEIS, necessita ser priorizada, por ainda estar sem esgotamento sanitário e sem pavimentação.

De forma geral, as ações foram desvinculadas entre si e da realidade do local, não integrando as dimensões urbanísticas, de mobilidade, sociais, ambientais e normativas. Como a análise se deu principalmente de forma relacionada à drenagem urbana, fica claro o quanto a urbanização teve insuficiente preocupação com a integração das intervenções com essa infraestrutura.

4| ALTERNATIVAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEL PARA A BACIA DA RAMADINHA

4.1. CONSIDERAÇÕES A RESPEITO DAS MELHORIAS NA HABITAÇÃO, MOBILIDADE, SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE A PARTIR DA IMPLEMENTAÇÃO DE WSUDS E SUDS

A melhoria das condições de drenagem proporciona também avanços na adequação dos assentamentos precários em relação às dimensões ambiental, da mobilidade e da moradia e ainda pode proporcionar o aumento de áreas de lazer.

Há intervenções em drenagem que podem contribuir, de forma articulada, para a melhoria de outras questões nos assentamentos precários. Farr (2013) aponta que um projeto de canteiros centrais com plantas, que funciona como áreas de biorretenção minimizando o escoamento superficial, também pode funcionar como um moderador de trânsito e de segurança para pedestres. Uma via de passeio com pavimentação permeável, além de auxiliar na permeabilidade das águas, também pode melhorar a qualidade dessas calçadas. Unindo os canteiros sombreados com os passeios é possível ainda garantir maior sombreamento, deixando-os mais confortáveis e duráveis, criar áreas de lazer e paisagísticas, causar redução do efeito de ilha térmica e melhorar a qualidade do ar.

Simulações realizadas por Alves (2021) para a área da Bacia da Ramadinha em Campina Grande, também objeto desse estudo, verificaram inicialmente a distribuição espacial dos pontos de alagamentos e depois, a partir de cenários de implementação dos SUDS, a redução potencial do volume total alagado. Ou seja, constatou-se a possibilidade de uma diminuição de pontos de alagamento próximos aos equipamentos públicos (reduzido a 0), pontos de ônibus (reduzido para 8,6%) e vias de articulação (reduzido a 0).

Considerando os exemplos de casos antes analisados é possível listar as melhorias que podem ser alcançadas a partir da aplicação dos SUDS, além dos benefícios no escoamento superficial e na diminuição de inundações, enchentes e alagamentos, sendo elas:

- Nas condições ambientais – com o aumento das áreas de cobertura vegetal, reserva de aquíferos, recuperação de corpos d'água e fauna e flora neles existentes, redução da erosão do solo, diminuição da temperatura.

- Nas condições de habitação – com a criação e/ou recuperação de espaços verdes e de lazer, reforma dos espaços livres em equipamentos públicos que contribuem para o conforto ambiental e salubridade das habitações.
- Nas condições de mobilidade – com a reforma e/ou construção de passeios e vias públicas, contribuindo para ampliar o acesso aos locais por veículos e pedestres pela diminuição dos alagamentos.

Tendo em vista tais melhorias, foi preciso então verificar quais os caminhos a seguir para atingi-las. Nesse sentido as legislações urbanísticas se apresentam os instrumentos fundamentais para o planejamento urbano e processos de urbanização, tendo em vista que estabelecem as regras para a apropriação e produção dos espaços da cidade pelos agentes públicos e privados. Desse modo, é importante analisar os parâmetros e instrumentos urbanísticos existentes e refletir sobre suas adequações a uma perspectiva de promoção da drenagem urbana sustentável na área de estudo desse trabalho.

4.2. PARÂMETROS E INSTRUMENTOS URBANÍSTICOS E LEGAIS PARA PROMOÇÃO DA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL E DE PROJETOS SENSÍVEIS A ÁGUA

A regulação urbanística pública rege o aproveitamento urbanístico do solo urbano, estabelecendo os limites para o uso, ocupação e parcelamento do solo urbano por agentes públicos e privados. Isso ocorre por meio de zoneamentos e a partir de parâmetros urbanísticos que são medidas, grandezas e índices que regulam o que pode ser construído em determinado terreno, os limites para sua construção e, também, os potenciais usos. Os parâmetros urbanísticos são de grande importância para guiar a ocupação e a permeabilidade do solo, a densidade urbana, bem como sua volumetria.

É importante considerar, porém, a distância entre grande parte dos parâmetros e as condições das realidades urbanas. As construções informais não seguem, na maior parte das situações, as exigências estabelecidas pelas normas, devido às limitações financeiras e de espaço, adotando padrões de ocupação diferentes. A transformação de assentamentos precários em ZEIS é

uma forma de tentar considerar as especificidades dessas condições, garantindo ainda assim requisitos para tornar estes assentamentos adequados, por meio da adoção de parâmetros urbanísticos específicos. Porém, ainda é ampla a irregularidade urbanística nas cidades brasileiras.

Existem parâmetros urbanísticos que podem impactar em relação às condições de drenagem urbana e que devem ser considerados na implementação dos sistemas de drenagem sustentável.

Na legislação de Campina Grande não há parâmetros específicos referentes à drenagem urbana, por isso é necessário identificar quais os existentes que condicionam a drenagem urbana e as ações relativas à sua implantação, como a melhoria ou ampliação de equipamentos de lazer, das vias e calçadas e as questões ambientais.

Dentre os parâmetros existentes, os considerados para aplicação dos SUDS intra lote são:

- Taxa de ocupação, pois a quantidade de solo ocupado afeta diretamente na infiltração da água no solo e contribuiu para o aumento do escoamento superficial visto que a maior parte das áreas ocupadas são impermeáveis (SANTOS; RUFINO; BARROS, 2017).
- Taxa de permeabilidade, uma vez que quanto mais áreas permeáveis, menor os impactos das águas pluviais em vias e infraestruturas. Além disso, são áreas potenciais a instalação de SUDS.

Já as para área externas ou espaços livres e públicos são:

- Afastamento mínimo para corpos d'água/ áreas *non aedificandi* ou áreas de preservação permanentes (APP), que também são áreas propícias à instalação de SUDS.
- Reserva de áreas destinadas a equipamentos públicos, áreas de lazer e áreas verdes, visto que os SUDS podem ser aplicados em áreas de uso comum.
- Largura de faixas de rolamento de vias e de circulação e serviço de calçadas, considerando que vários SUDS são destinados a aplicação em vias e calçadas.

No quadro 8 estão sintetizados os parâmetros municipais que se relacionam com a aplicação dos SUDS.

Quadro 8 - Síntese dos parâmetros urbanísticos e legais municipais que impactam na drenagem sustentável e melhoria urbana

Legislação	Parâmetros
Código de Obras (Lei nº 5410 de 13 de dezembro de 2013)	Taxa de ocupação máxima de 60% para uso residencial e 75% para outros usos (ZRU)
	Taxa de permeabilidade mínima de 20% (pisos intertravados, cobogramas e jardineiras contam como área 80% permeável / jardim sobre terreno natural conta como área 100% permeável)
	Afastamento mínimo de 15,00m (Para córrego, fundos de vales ou faixa de escoamento de águas pluviais)
Lei das ZEIS (Lei nº 4.806 de 23 de setembro de 2009)	Áreas <i>non aedificandi</i> de 15m de cada lado de águas correntes e dormentes e de faixas de domínio público de ferrovias, rodovias e dutos (conforme estabelecido na Lei Federal nº 6.766/79).
	Reserva de áreas destinada ao uso institucional, equipamentos de uso público e áreas verdes de 15%
	Vias coletoras = largura mínima da faixa de 3,5m e da calçada de 1,0m , declividade máxima de 20%
	Vias locais = largura mínima da faixa de 2,5m e da calçada de 1,0m , declividade máxima de 30%
	Vias de pedestre = largura mínima da faixa de 1,5m , declividade máxima de 30%
	Solo permeável de 10%
Código de Defesa do Meio Ambiente (Lei Complementar nº 042 de 24 de setembro de 2009)	Área de preservação permanente de 30m (ao longo dos rios ou de qualquer corpo d'água)
Plano de Mobilidade de Campina Grande (Lei Complementar nº 004/2015)	Faixa de circulação = largura mínima de 1,20m livre de obstáculos
	Faixa de serviço = largura mínima de 0,80m

Fonte: CAMPINA GRANDE, 2009a; CAMPINA GRANDE, 2009b; CAMPINA GRANDE, 2013; CAMPINA GRANDE, 2015. Sistematizado pela autora, 2022

Quando se trata de área não edificável e de preservação ocorrem divergências e convergências entre as legislações federais e municipais. A Lei nº 13.913, de 25 de novembro de 2019, que altera a lei federal de parcelamento do solo (Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979) define que “ao longo das águas correntes e dormentes e da faixa de domínio das ferrovias, será obrigatória a reserva de uma faixa não edificável de, no mínimo, 15 (quinze) metros de cada lado” (BRASIL, 2019). Como apresentado no quadro acima, o Código de Defesa do Meio Ambiente do município (Lei Complementar nº 042 de 24 de setembro de 2009) determina 30m para área de preservação permanente, ao longo de qualquer corpo d'água. Os 15m também são

adotados no Código de Obras de Campina Grande (Lei nº 5410 de 13 de 23 de dezembro de 2013) e na Lei das ZEIS (Lei nº 4.806 de 23 de setembro de 2009).

Para esse trabalho foi determinado o uso dos 15m considerando que é um parâmetro frequentemente considerado para áreas urbanas e, também, devido a área do entorno do canal já ser urbanizada, sendo inviável desocupar mais 15m.

Também foram identificados em leis municipais alguns instrumentos que são os meios utilizados para promoção do uso, ocupação e mobilidade sustentável, a partir de incentivos fiscais ou referentes a potencial construtivo e /ou de controle da ocupação e que podem ser aplicados em um projeto de melhoria urbana e ambiental na área da bacia da Ramadinha.

No Plano Diretor é possível destacar os seguintes instrumentos de planejamento jurídicos e urbanísticos relacionados à drenagem urbana sustentável e às melhorias urbanas: programas e projetos especiais de urbanização; zonas especiais de interesse social; direito de preempção; desapropriação; estudo de impacto de vizinhança; e licenciamento ambiental (CAMPINA GRANDE, 2006). Esses instrumentos podem ser utilizados nos projetos e intervenções de urbanização de assentamentos precários, com prioridade às ZEIS; para que os terrenos ou imóveis possam cumprir sua função social nestes assentamentos, dando a possibilidade de que esses sejam usados para fins de interesse público e social, incluindo os espaços para a implantação de SUDS (como na construção de equipamentos, e áreas de lazer e áreas verdes); além de servirem para a análise dos impactos urbanos e ambientais de novas obras. Os instrumentos podem contribuir, ainda, para a disponibilização de terrenos para o reassentamento de pessoas que ocupam áreas de risco de inundação ou para abertura de vias e implantação de infraestruturas.

Já o Plano de Mobilidade apresenta alguns instrumentos de gestão do sistema municipal de mobilidade urbana, dos quais podem ser evidenciados: a restrição e controle de acesso e circulação, permanente ou temporário, de veículos motorizado em locais e horários predeterminados; a dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público coletivo e modos de transporte não motorizado; a implantação de políticas de uso e ocupação do solo e de desenvolvimento urbano associadas ao sistema de transporte coletivo; a priorização das obras relacionadas aos projetos viários

prioritários, constante da legislação urbanística municipal, associada à implantação da rede estruturante do transporte público coletivo; a fiscalização com vistas a garantir a conservação e a implantação de passeios em logradouros públicos (CAMPINA GRANDE, 2015).

Os instrumentos previstos no Plano de Mobilidade, além de darem prioridade aos pedestres, aos meios não motorizados e aos transportes coletivos, podem, a partir da oferta de vias, calçadas e ciclovias qualificadas, favorecer a aplicação de técnicas sustentáveis de drenagem urbana. Além disso, ao planejar o uso e ocupação do solo relacionados ao transporte coletivo, é possível considerar os impactos da drenagem para evitar alagamentos em pontos de ônibus.

O Código de Defesa do Meio Ambiente, por sua vez, apresenta, dentre seus instrumentos: educação ambiental; mecanismos de benefícios e incentivos com vistas à preservação e conservação dos recursos ambientais, naturais ou criados; criação de espaços especialmente protegidos; estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; sinalização ecológica; monitoramento ambiental; fundo municipal de meio ambiente; avaliação de impacto ambiental; licenciamento ambiental; fiscalização ambiental (CAMPINA GRANDE, 2009). A combinação desses instrumentos pode favorecer a implantação da drenagem urbana sustentável, a participação da população e melhorias ambientais dos espaços, garantindo principalmente a preservação do curso d'água (atualmente canalizado) e das espécies nativas do local.

Para as propostas no âmbito deste trabalho foram considerados os parâmetros referentes a: afastamento mínimo para corpos d'água e reserva de áreas destinadas a equipamentos públicos, para criação de espaços de lazer; e as larguras de faixas de rolamento de vias e de circulação para as novas vias e calçadas propostas.

Quanto aos instrumentos para a aplicação da drenagem sustentável em alguns pontos da bacia foram considerados, de forma geral, todos os instrumentos descritos acima, considerando que é a partir deles que é possível desenvolver projetos de urbanização nas áreas selecionadas. De forma geral, o aparato normativo mostra-se adequado, mas, necessita de algumas atualizações e de maior efetividade.

4.2.1. Recomendações referentes a parâmetros urbanísticos para a drenagem urbana sustentável

Embora as diretrizes definidas pelo Plano Diretor de Campina Grande (Lei Complementar nº 003, de 09 de outubro de 2006) se mostrem pertinentes para a Zona de Recuperação Urbana, estabelecida no, na qual está localizada a bacia da Ramadinha, é importante destacar que é preciso que esta zona tenha a prioridade nos investimentos públicos em função da precariedade dos assentamentos que a integram e para que seja possível a adequação das infraestruturas, da mobilidade urbana e o ordenamento dos processos de transformações e ocupações urbanas de modo a evitar inadequações urbanísticas e ambientais.

Também é importante destacar as ações prioritárias no manejo das águas pluviais descritas no Art. 116 do Plano Diretor apresentadas no capítulo 1 desse trabalho.

Dentre os parâmetros já citados que influenciam no manejo das águas pluviais é preciso propor a adição da taxa de ocupação para área de ZEIS, sem previsão em lei atualmente.

Na legislação municipal atual os parâmetros determinando a largura de vias, que são essenciais as questões de drenagem, visto que por elas ocorre grande parte do escoamento superficial. Estes parâmetros existem apenas para ZEIS, necessitando assim que seja criado um parâmetro para a ZRU, para ser incorporado em novos projetos de urbanização. Além disso, a porcentagem de áreas destinadas a equipamentos públicos e áreas verdes e de lazer também só está prevista na legislação das ZEIS. As propostas de parâmetros seguem descritas abaixo:

- Taxa de permeabilidade de áreas não edificáveis/ de preservação permanente: 100%. Essas áreas necessitam ser protegidas ambientalmente, sendo necessário garantir em lei, além do que já existe hoje, a impossibilidade de construções nesse espaço, que a taxa de permeabilidade exigida em quadras/lotes dentro da faixa de 15m seja de 100%.
- Taxa de ocupação máxima para a ZEIS: 60%. Ampliar a taxa de permeabilidade e diminuir a de ocupação ideal é fundamental para a drenagem urbana sustentável. Vale registrar que essa é a maior porcentagem encontrada em uma quantidade

considerável de quadras dentro da ZEIS Invasão Ramadinha II atualmente.

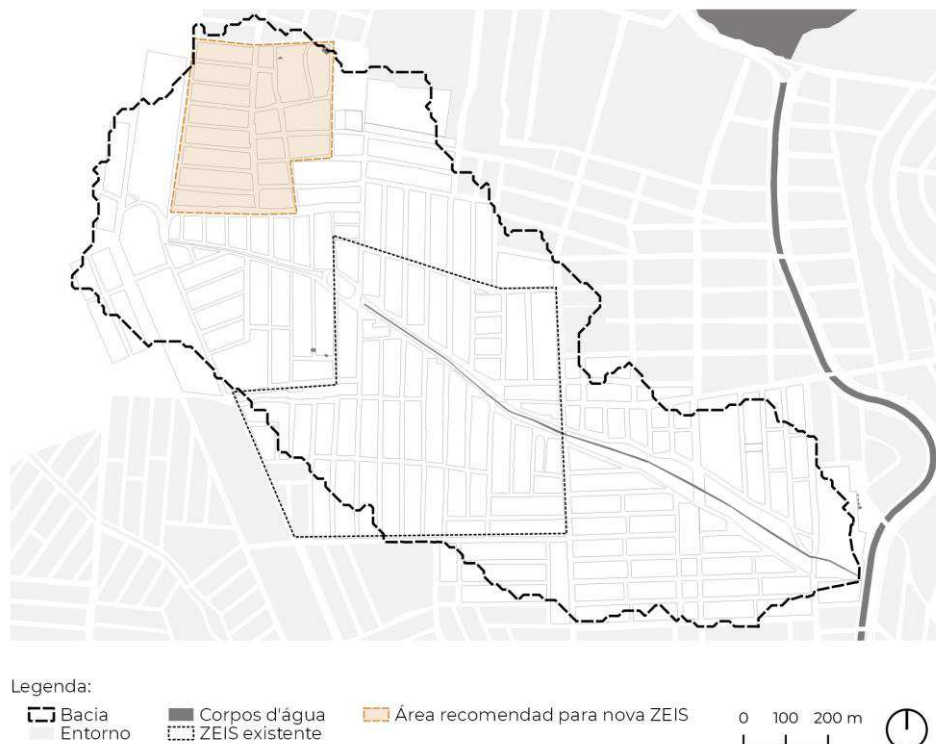
- Largura mínima da faixa de rolamento para vias locais na ZRU: 2,6m. Essa é a medida da largura total de ônibus e caminhão convencional (maiores transportes passam nas vias) definido manual de projeto geométrico de travessias urbanas do Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (DNIT) (BRASIL, 2010).
- Largura mínima da faixa de rolamento para vias coletoras na ZRU: 3,5m - Nesse caso, foi considerado o parâmetro já previsto para as ZEIS.
- Reserva de áreas destinada ao uso institucional, equipamentos de uso público e áreas verdes: 15% para todas as áreas. Nesse caso, foi considerado o parâmetro já previsto para as ZEIS.
- Largura mínima das calçadas para ZEIS: 2m, considerando 1,2m de faixa de circulação e 0,8m de faixa de serviço. Esse já é o valor mínimo apresentado no Plano de mobilidade para as demais áreas da cidade.

Já em relação aos instrumentos atuais, um de grande destaque são as ZEIS, como já citado. Existe, dentro da área da bacia, outra subárea que apresenta características semelhantes à da ZEIS Invasão da Ramadinha II, com uso majoritariamente residencial, edificações de tipologia mais precária, deficiência de infraestruturas e equipamentos de lazer, com a maioria das calçadas fora do padrão técnico e de relevo acidentado. Além disso, está próxima à faixa de linha de transmissão de energia, que é uma área de mata propicia o descarte irregular de lixo e com pouca conexão com o entorno. Outro ponto importante é que esse espaço também faz parte da Ramadinha, nesse caso “Ramadinha I”.

Considerando que o Art. 14 da Lei Nº 4.806 de 23 de setembro de 2009 (CAMPINA GRANDE, 2009) apresenta como requisitos indispensáveis à transformação de novas áreas em ZEIS nas áreas ocupadas: “ter uso predominantemente residencial; apresentar precariedade ou ausência de serviços de infraestrutura básica; renda familiar média igual ou inferior a três

salários mínimos; possuir pelo menos 50 domicílios”, uma recomendação é que essa subárea possa se tornar também uma ZEIS no futuro (Figura 32).

Figura 32 – Cartograma de área recomendada para nova ZEIS



Fonte: Autora, 2022

Ainda em relação aos instrumentos, propõe-se, a partir do instrumento tributário e financeiro do Plano Diretor denominado “incentivos e benefícios fiscais”, a criação de um Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) verde.

Os incentivos fiscais são um conjunto de políticas públicas que promovem a redução ou isenção de impostos como meio de estimular algo por interesse público ou social, em benefício da coletividade. No caso do IPTU verde, este já é aplicado em outras cidades do Brasil, como Belo Horizonte, Santa Bárbara, Ipatinga, Capelinha, Ouro Preto, Pirapora e Poços de Caldas em Minas Gerais; Campos do Jordão, Guarulhos, São José dos Campos e São Paulo no estado de São Paulo; Curitiba, no Paraná; Salvador, na Bahia; Goiânia em Goiás; e o Distrito Federal. Nelas, mesmo com diferenças entre si no que tange à legislação que regulamenta esse IPTU, a base é a mesma, a redução de valores de IPTU, para incentivar ações de preservação ambiental e uso consciente de seus recursos (ACCIOLY et al, 2020).

Especificamente em Campina Grande, a proposta é que proprietários de lotes que auxiliassem no aumento das áreas verdes ou permeáveis em seu terreno, a partir da inserção de canteiros verdes no passeio, aumento da largura das calçadas ou de áreas permeáveis em seus lotes, poderiam receber a diminuição do IPTU. Embora essa ação signifique uma perda de receita, esta pode ser compensada com a diminuição de recursos empregados em manutenção e em medidas corretivas. A proposta no âmbito deste trabalho é que esta modalidade de imposto tenha validade por três anos, podendo o contribuinte solicitar renovação e o pedido ser reavaliado. Períodos de validade já são usados em algumas cidades como Salvador, Curitiba e Guarulhos. É importante destacar que segundo Alves (2021) a implementação dos SUDS pode melhorar ainda mais a redução do total de alagamentos se aplicados a lotes privados.

4.3. ESTUDO DE IMPLEMENTAÇÃO DA DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL NA ÁREA DA BACIA

Antes de criar cenários para implantação dos dispositivos de drenagem urbana sustentável é preciso verificar algumas condições de viabilidade dessa aplicação, avaliando quais as áreas possíveis de intervenção e quais as características dessas áreas, considerando as especificações técnicas de cada dispositivo. É importante, igualmente, reconhecer os espaços com mais déficit de infraestrutura de drenagem e que mais sofrem com alagamentos.

A partir da identificação e avaliação dos instrumentos e parâmetros urbanísticos necessários à aplicação dos SUDS e com as áreas receptoras definidas é possível esquematizar os cenários de implementação, considerando a utilização dos SUDS também em espaços públicos e de lazer a serem propostos e a possibilidade de um redesenho urbano de vias e de alteração nos pontos de ônibus.

Essa aplicação está articulada às propostas de regulação urbanística e ainda podem ser implementadas no contexto de pós urbanização do PAC-UAP, em áreas propícias. Também podem funcionar como referência para futuros processos de urbanização de assentamentos precários.

4.3.1. Verificação da possibilidade da utilização de técnicas e dispositivos de drenagem urbana compensatórios

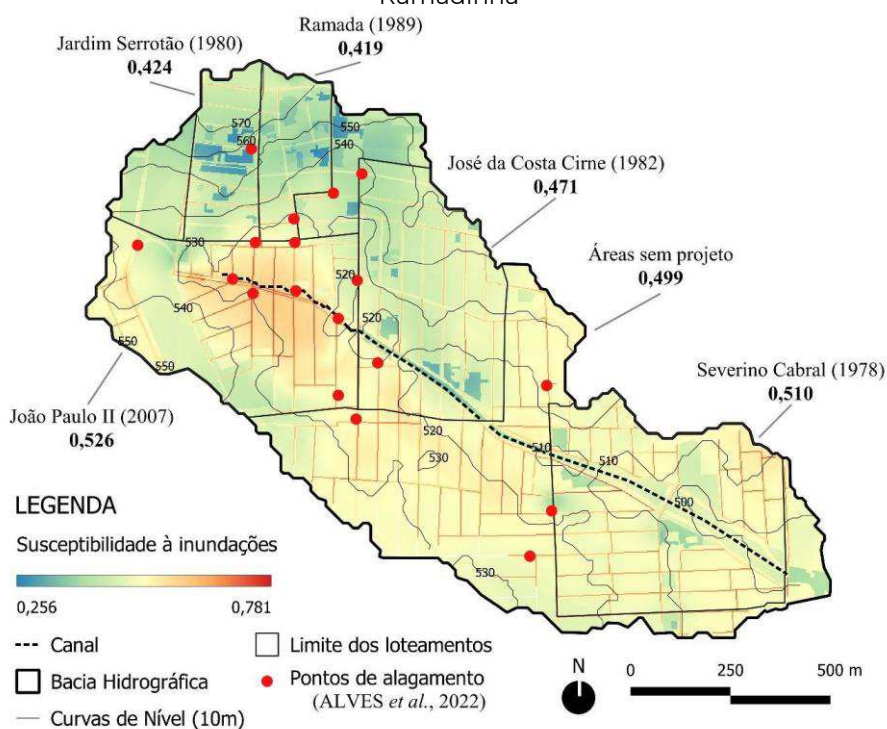
Para escolher as áreas de utilização dos SUDS é antes necessário identificar quais os espaços da bacia mais susceptíveis a alagamentos, para tentar, por meio das técnicas de drenagem sustentável, amenizar esse problema.

Veiga et.al (2023, no prelo) analisou essa susceptibilidade na área da bacia da Ramadinha em função de padrões morfológicos urbanos. Para isso foram utilizados cinco critérios: declividade do terreno, pois áreas com maior declividade possuem menor capacidade de infiltração superficial do que as mais planas; proximidade do canal, pelo seu extravasamento em eventos de cheia; cobertura do solo, pois essa cobertura está ligada a permeabilidade da superfície; conectividade, pois vias mais conectadas recebem mais água a montante; e densidade urbana, visto que o seu aumento causa mais impermeabilização do solo.

A partir da ponderação e combinação desses critérios, obteve-se o cartograma 33 e por meio dele é possível identificar quais os pontos potenciais de alagamento da bacia, bem como as áreas que mais tem chance de serem inundadas, e conseqüentemente, em que espaços é preciso agir. Além disso, os critérios adotados para sua execução indicam quais fatores, ao serem modificados, alteram as chances desses eventos.

Considerando que a área da bacia, em sua maior parte, já é urbanizada e com ruas definidas, não é possível alterar os critérios de declividade do terreno, conectividade das vias e densidade urbana. Mas é possível alterar ainda a cobertura do solo de quadras, lotes vazios e vias sem pavimentação, assim como em áreas sem uso próximas ao canal. Na área correspondente à Bacia da Ramadinha há diversos lotes e quadras vazios, sendo a maior parte destas áreas integrantes de imóveis públicos no entorno do canal (áreas *non aedificandi*). Há que se considerar também algumas vias sem pavimentação que poderiam ser urbanizadas com a incorporação de SUDS.

Figura 33 – Cartograma de susceptibilidade à inundação e alagamento da Bacia da Ramadinha



Fonte: VEIGA et.al, 2023 (no prelo)

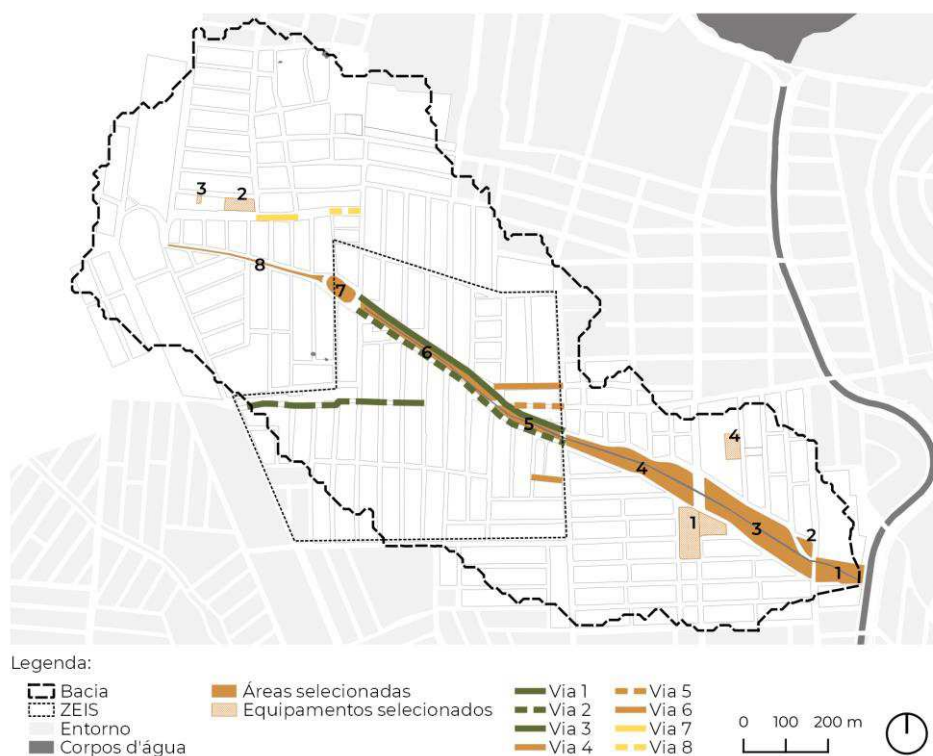
As áreas públicas e vias sem pavimentação que integram a ZEIS Invasão da Ramadinha II e a área do entorno do canal necessitam ser priorizadas por se mostraram mais deficientes na avaliação das condições, porém, a maior quantidade de pontos de alagamento e, também, a área mais susceptível a alagamento na bacia estão a noroeste da bacia e próximos ao canal. Assim, a aplicação de SUDS priorizou esse espaço para os cenários realizados. Mas considerando que a área sem uso e permeável próxima é menor, algumas ações devem ser adotadas em vias mais distantes do canal, no seu entorno, inclusive fora da área da ZEIS para garantir a retenção de parte das águas das chuvas (Figuras 34 e 35).

Quanto ao entorno do canal, esse é um espaço sem uso atual, mas com potencial para se tornar uma área verde e de lazer pública para suprir a demanda do local. Porém, como já citado, nele acontece extravasamento em eventos de cheia, além disso, em Campina Grande ocorrem chuvas torrenciais e de curta duração causando muitos alagamentos e inundações (MACHADO et al. 2022), por isso as margens do canal também devem receber SUDS para a retenção de parte da água de escoamento e diminuir impactos de chuvas

intensas, protegendo os usuários do local em eventos de chuva intensa e repentina (Figuras 34 e 35).

Também se optou por aplicar os SUDS nas duas escolas públicas e nas duas UBS localizadas dentro da bacia, por serem equipamentos de responsabilidade pública municipal, sendo uma das escolas de responsabilidade estadual, ou seja, de mais fácil manutenção. Os equipamentos comunitários foram desconsiderados devido à dificuldade em garantir a manutenção dos SUDS, visto que esses não são de responsabilidade pública, o que também é o caso do campo de pelada e das escolas particulares. Somente com processos mais amplos e de longo prazo de educação ambiental e de fomento à participação social será possível avançar na aplicação dos SUDS em áreas privadas. A praça da bacia também foi preterida pois já possui pavimentação permeável.

Figura 34 – Cartograma de áreas selecionadas para intervenção



Fonte: Autora, 2022

Figura 35 – Imagem de satélite de áreas e vias selecionadas para intervenção



Fonte: Autora, 2022

Em relação às técnicas de SUDS, das apresentadas no quadro 2 da parte 2 apenas a bacia de retenção e o poço de infiltração não serão aplicados nos cenários devido à sua maior complexidade de construção, necessitando de componentes como filtros, dispositivos de segurança etc., além de exigir obras de maior porte, maiores escavações e manutenção frequente. Já as faixas filtrantes foram desconsideradas para os cenários devido à ausência de informações técnicas sobre elas nas referências consultadas.

As outras técnicas apresentadas envolvem ações mais simples de movimentação de terra e suas partes são apenas variações de camadas de solo, vegetação e geotêxtil, se tornando mais econômicas e de fácil manutenção. Em algumas literaturas são apresentadas em quais os tipos de áreas e qual a inclinação adequada para aplicação das técnicas selecionadas. Estas informações foram apresentadas no quadro 9.

Outra questão fundamental referente à viabilidade da aplicação desses sistemas são os custos relacionados a eles, também descritos no quadro 9.

Quadro 9 - Principais características das técnicas de SUDS escolhidas para aplicação

SUDS	Uso indicado	Inclinação indicada	Custos (R\$)
Trincheira de infiltração	Áreas adjacentes a vias e calçadas	Menor que 5%	Instalação: 53,22 por metro linear Manutenção: 16,02 por metro linear
Pavimento permeável	Estacionamento, calçadas e vias não pavimentadas	Menor que 10%	Instalação: 25,97 por m ² (asfalto permeável), 18,34 por m ² (intertravado) Manutenção: 1,35 por m ² (asfalto permeável), 4,80 por ano (intertravado)
Sistema de biorretenção	Parques e praças, vazios urbanos, espaços livres dentro de lotes públicos	Até 20%	Instalação: 159,00 por m ² Manutenção: 2,00 por m ²

FONTE: ALVES, 2021; MELO, 2011; MOURA, 2004. Sistematizado pela autora, 2022

A partir de simulações de inclinação longitudinal considerando os dados do Google Earth e de variação da declividade com base nos dados do Modelo Digital de Elevação, bem como medições de área e comprimento por meio do software AutoCAD, foi possível separar as principais características das áreas escolhidas para simular cenários de intervenção, apresentadas nos quadros 10, 11 e 12.

Algumas outras informações apresentadas nos cartogramas da Parte 3 desse trabalho relacionadas à situação das vias e calçadas, transporte público e legislação que incide em cada área também foram destacadas de forma a auxiliar e orientar a tomada de decisão quanto às modificações que os passeios públicos e vias precisam receber, bem como, sobre quais os parâmetros a serem respeitados com base na legislação correspondente a aquele local.

Quadro 10 - Principais características dos equipamentos selecionados para intervenção

Equipamento	Órgão responsável	Variação da declividade (%)	Área permeável disponível (m ²) *	Situação das calçadas de entorno	Lei que se aplica
1- Escola Cidadã Integral Severino Cabral	Estadual	3 a 8	3748,0	Regular	Código de obras
2- EMEF Ageu Genuíno Da Silva	Municipal	0 a 20	709,2	Regular	
3- UBS Ramadinha I	Municipal	0 a 3	126,8	Regular	
4- UBS João Rique	Municipal	3 a 8	1637,3	Regular	

*Apenas uma simulação a partir da imagem de satélite, desconsiderando as áreas construídas e pavimentadas.

Fonte: ALVES, 2021; GOOGLE, EARTH, 2022; SEPLAN, 2011. Calculado e sintetizado pela autora, 2022

Quadro 11 - Principais características das áreas selecionadas para intervenção

Área	Variação da declividade (%)	Área (m ²)	Percentual de ocupação (%)	Situação das calçadas de entorno	Transporte público no entorno	Lei que se aplica
Área 1	0 a 8	3984,5*	0	Irregular/ inexistente	Em uma das laterais	Código de obras
Área 2	0 a 8	802,9	0	Regular	Em uma das laterais	Código de obras
Área 3	0 a 8	19317,4	0	Regular	Em uma das laterais	Código de obras
Área 4	0 a 8	14533,8	0	Regular	Em uma das laterais	Código de obras
Área 5	0 a 8	3157,7*	0	Irregular/ inexistente	Em uma das laterais	Lei das ZEIS
Área 6	0 a 8	7542,8*	0	Irregular/ inexistente	Em uma das laterais	Lei das ZEIS
Área 7	0 a 8	2481,5	0	Não foi possível identificar	Em duas laterais	Lei das ZEIS
Área 8	0 a 8	819,8	0	Não foi possível identificar	Em uma das laterais	Código de obras

*Apenas uma simulação, visto que a área não é oficialmente delimitada.

Fonte: ALVES, 2021; GOOGLE, EARTH, 2022; SEPLAN, 2011. Calculado e sintetizado pela autora, 2022

Quadro 12 - Principais características das vias selecionadas para intervenção

Vias	Inclinação longitudinal (%)	Comprimento (m)	Pavimentação	Transporte público	Legislação que se aplica
Via 1	1,6	558*	Não pavimentada	Perpendicular a via nas suas extremidades	Lei das ZEIS
Via 2	1,6	558*		Perpendicular a via nas suas extremidades	
Via 3	4,5	430		Em uma via adjacente	
Via 4	3,7	135		Perpendicular a via em uma das suas extremidades	
Via 5	2,2	134		Perpendicular a via em uma das suas extremidades	
Via 6	2,8	71		Perpendicular a via em uma das suas extremidades	
Via 7	3,6	82		Em uma via adjacente	Código de obras
Via 8	4,8	62		Perpendicular a via em uma das suas extremidades	

* Apenas uma simulação, visto que a via não é oficialmente delimitada.

Fonte: GOOGLE, EARTH, 2022; SEPLAN, 2011, STTP, 2022. Calculado e sintetizado pela autora, 2022

As áreas selecionadas não apresentam uso atualmente e estão dentro do limite de 15m de cada lado do canal, ou seja, espaços onde não é permitido construir, com base nisso, e considerando a demanda do entorno por espaços verdes e de lazer, é possível considerar a criação de áreas verdes, parques e praças nesses locais, sendo assim, os SUDS mais indicados no quadro 9 para esses locais são o sistema de biorretenção e o pavimento permeável para os espaços de passagem e lazer (o mais indicado para esse caso é o uso do piso intertravado, já muito usado em passeios) como são os exemplos apresentados nas figuras 36 e 37.

Figura 36 – Sistema de biorretenção



Fonte: GUTIERREZ e RAMOS, 2019

Figura 37 – Pavimento permeável intertravado



Fonte: GUTIERREZ e RAMOS, 2019

É importante destacar que, embora os trechos das áreas apresentem uma inclinação que pode ultrapassar os 5% indicados para as trincheiras de infiltração, existe a possibilidade de fazer pequenas movimentações de terra, já que a declividade não é tão alta.

Nos equipamentos públicos é possível adotar o sistema de biorretenção e o pavimento permeável em piso intertravado, este segundo, porém, não é indicado ser aplicado na EMEF Ageu Genuíno Da Silva, que possui uma variação de inclinação maior que a indicada para o uso desse SUDS.

Já em relação às vias, considerando que existem SUDS apropriados para elas e que todas apresentam inclinações dentro do indicado, é possível considerar a criação de cenários para aplicação das trincheiras de infiltração, como nos exemplos apresentados nas figuras 38.

Figura 38 – Trincheira de infiltração



Fonte: Sustainable Stormwater Management, 2007 *apud* LOURENÇO, 2014

O pavimento permeável também é indicado para ser implantado nas calçadas do entorno das áreas 1,5 e 6. Esse SUDS também pode ser aplicado para a pavimentação das vias, considerando que são vias locais, não recebendo grande fluxo de transporte motorizado, a opção mais indicada é o asfalto permeável, por ser destinado a implantação em vias carroçáveis.

Existe ainda, uma técnica, nesse caso relacionada à conservação do solo, conhecida como “barreiras vegetais de contenção” ou “faixas de vegetação para contenção”, implementadas ao longo de corpos d’água e que tem a principal função de controle da erosão do solo por fluxo concentrado, retendo sedimentos e podem auxiliar também para garantir a redução do escoamento superficial (Figura 39). Estas barreiras são implantadas em linhas contínuas, formando fileiras de plantas, e atuando como um obstáculo

(VERDUM, VIEIRA e CANEPPELE, 2016). Essa técnica é indicada para o entorno imediato do canal.

Figura 39 – Barreira vegetal de contenção aplicada na entrada do bloco BU da UFCC



Fonte: Autora, 2022

Considerando que os SUDS selecionados podem ser aplicados nas áreas disponíveis de forma a diminuir os impactos das chuvas nos espaços mais susceptíveis a alagamentos, é necessário então aplicá-los nas áreas por meio de cenários de aplicação.

4.3.2. Cenários de aplicação de dispositivos de drenagem urbana compensatório e intervenções urbanísticas complementares

Porém, para o que se propõe esse trabalho, apenas pensar em cenários, os desenhos são esquemáticos, considerando a complexidade das situações e cálculos para implantação real, pois as dimensões podem ser diferentes a depender de cada situação e as propostas no âmbito deste trabalho se configuram como uma parte inicial dos estudos preliminares, relativa ao campo da concepção de alternativas técnicas.

Uma consideração importante é que as áreas 1, 5 e 6, e as vias 1 e 2 não são delimitadas atualmente, visto que não sofreram intervenções, embora

estivesse prevista nos projetos a transformação dessas áreas em espaços verdes e de lazer. Por isso, para desenvolvimento do cenário proposto, as vias foram delimitadas a partir de um offset de 8m das calçadas de entorno, considerando que este é a largura média das vias que são sua continuação, é importante retomar que a legislação indica 2,5m para faixa de rolamento de vias locais em ZEIS e foi proposto 2,6m para as faixas em ZRU. Com isso, o restante do espaço ficou correspondente as novas áreas de intervenção no entorno do canal. Em ambas as áreas foi considerado calçadas de 2m de largura, como indicado no Plano de mobilidade e como proposto para aplicação também em ZEIS.

Outro ponto a ser destacado é que a área 8, embora aparente ser uma continuação do canal, atualmente já é um canteiro de terra com vegetação, nesse caso, apenas foi proposto a alteração da cobertura do solo que já existe pelos SUDS.

Com os SUDS definidos para cada área a partir da viabilidade técnica destes, para criação dos cenários é preciso ainda considerar em quais espaços de casa áreas estes seriam implantados.

Nas áreas verdes e de lazer adotou-se as faixas de vegetação para contenção no entorno do canal para criar uma transição entre ele e os espaços de passagem, garantindo maior proteção das pessoas e auxiliando na contenção da água e solo antes de chegar no canal. O sistema de bioretenção foi escolhido para ser usado em pontos estratégicos para criar canteiros entre os espaços de passagem e lazer, ele pode ser composto de plantas ornamentais, herbáceas, arbustos e árvores, criando espaços verdes de jardins e áreas de contemplação.

Nos equipamentos, os sistemas de biorretenção foram inseridos nas áreas permeáveis, excetuando-se apenas as áreas não construídas já pavimentadas atualmente.

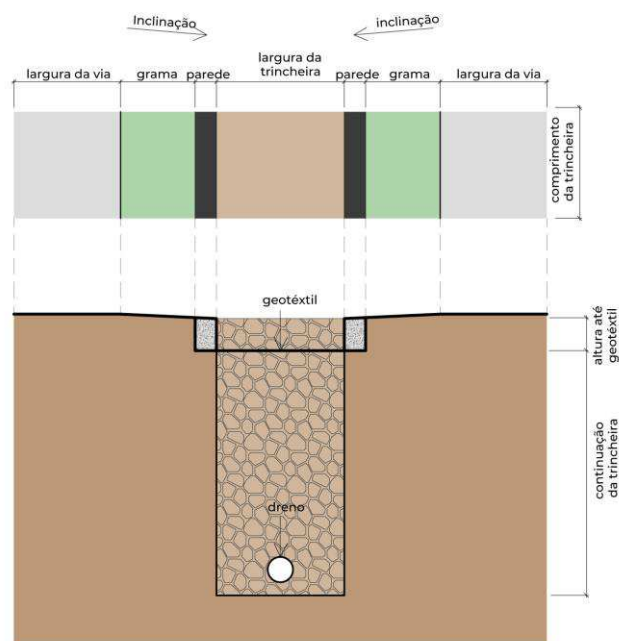
Alguns espaços maiores, em pavimento permeável irtertravado, foram pensadas junto dos equipamentos e nas áreas, de forma que possam ser usadas para espaços de lazer com parquinhos e mobiliário, para caminhada, passagem de bicicleta, e/ou estacionamento.

Nas vias escolheu-se aplicar as trincheiras de infiltração, inseridas apenas no entorno lateral das áreas de intervenção que serão usadas como espaços livres/verdes públicos, e em canteiros centrais nas demais vias,

considerando que nas quadras de entorno a aplicação deste sistema no entorno da calçada poderia prejudicar a mobilidade e dos moradores ao saírem de suas residências, comércios ou serviços, já que a saída para rua de automóveis ou motocicletas seria comprometida. Como já citado, quanto aos pavimentos permeáveis das calçadas e dos espaços de lazer/passagem/estacionamento adotou-se o piso intertravado e nas vias o asfalto permeável.

Antes de criar cenários com desenhos das técnicas de SUDS é preciso atentar aos padrões técnicos de cada um deles. No caso das trincheiras de infiltração ela é delimitada por paredes laterais, seu comprimento é determinado pela área disponível para implantação e sua largura é variável. Neste trabalho, serão adotadas para efeito de desenho esquemático as dimensões indicadas por Moura (2004), sendo 10 cm de comprimento para as paredes laterais, 60cm para largura da base de trincheira, inclinação de 4,5% para área gramada (Já que a inclinação indicada para esse sistema é de menos de 5%, como apresentado no quadro 9). Já nas suas laterais gramadas foi escolhido adotar 35cm de cada lado, criando um espaço final de 1,5m ao longo das vias. O dreno é indicado ser inserido no fundo da estrutura, conforme apresentado na figura 40.

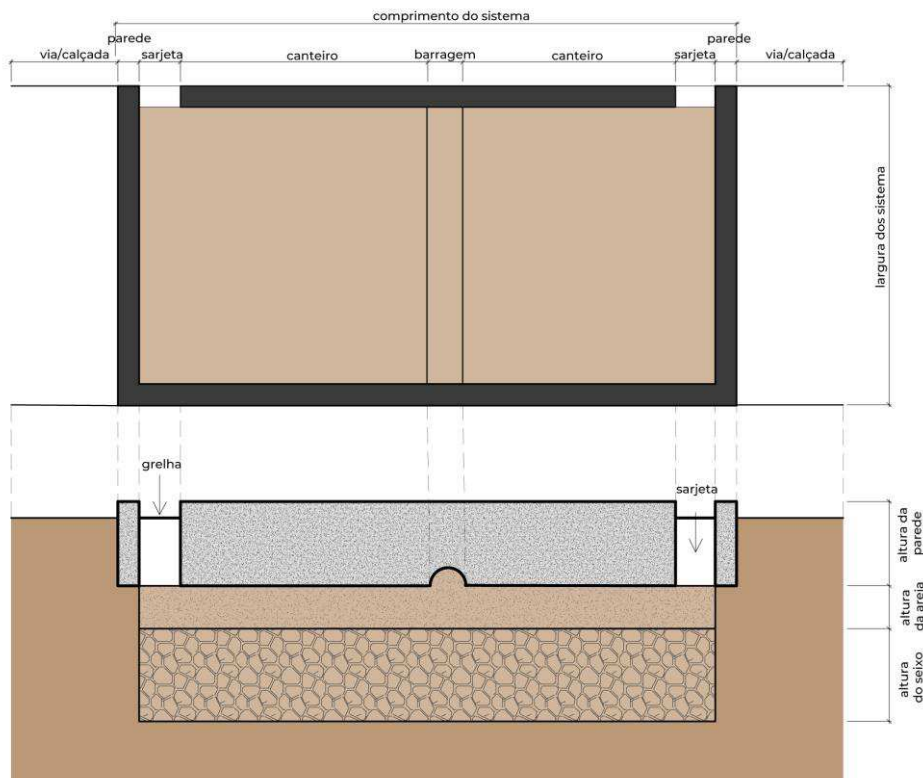
Figura 40 – Representação esquemática de uma trincheira de infiltração em corte e vista



Fonte: Autora, 2022

No caso do sistema de biorretenção, assim como os outros sistemas, a largura e comprimento são variáveis, além disso, é delimitado por paredes de 10 cm e apresenta sarjetas para escoamento de água, grelhas de aço acima das sarjetas e barragens intermediárias para separar os canteiros, de acordo com Yazaki (2013) (Figura 41). Adotou-se dimensões variadas para esse sistema em nível esquemático, considerando sempre em desenho mais linear das áreas de pavimento permeável, que serão de passagem, permanência e lazer.

Figura 41 – Representação esquemática de um sistema de biorretenção em corte e vista



Fonte: Autora, 2022

Também foi necessária a criação de alguns canteiros triangulares entre o encontro de vias, não pavimentadas atualmente, de forma a ordenar o fluxo de veículos, para eles foram propostos sistemas de biorretenção.

No caso dos sistemas das faixas de vegetação para contenção do entorno linear do canal, foi proposta uma largura de 1,5m, para padronizar com a trincheira de infiltração. Para o pavimento permeável não há dimensões fixas, podendo ser aplicado em toda a área de piso das calçadas e vias.

Ainda nos desenhos dos cenários buscou-se criar espaços fisicamente permeáveis nas áreas selecionadas, adotando assim, caminhos entre os SUDS em piso intertravado. Para isso, foi considerado um dos índices de caminhabilidade do ITDP (2018, p.29) que apresenta como ótimo um “número médio de entradas e acessos de pedestres por cada 100 metros de face de quadra”. Sendo assim, foram criados caminhos a cada 20m, aproximadamente. Nesses caminhos foi proposta a largura de 1,5m, medida já adotada para outros espaços. Já nos equipamentos, quando necessário, os caminhos foram inseridos ao redor das construções, para permitir a circulação dos usuários. Com base em tudo isso, criou-se os cenários propostos (Figuras 42 a 53).

De forma geral, foi possível obter diversas melhorias a partir da implementação desses SUDS, na dimensão da habitação foram pensados novos espaços verdes com potencial para serem áreas de lazer junto ao canal e nas escolas públicas e UBS's da bacia. Quanto à mobilidade, houve melhorias pela pavimentação de trechos de vias antes em terra batida, bem como a adequação de trechos de calçadas no entorno do canal, quando necessário. Já em relação ao meio ambiente e drenagem, os SUDS por si só já se revelam como vantagem, pelo aumento das áreas de cobertura vegetal e redução da erosão do solo, além de garantia de maior infiltração das águas das chuvas e menor escoamento superficial, auxiliando na diminuição de alagamentos nas áreas mais susceptíveis e protegendo a população que mora e que usa as áreas da bacia.

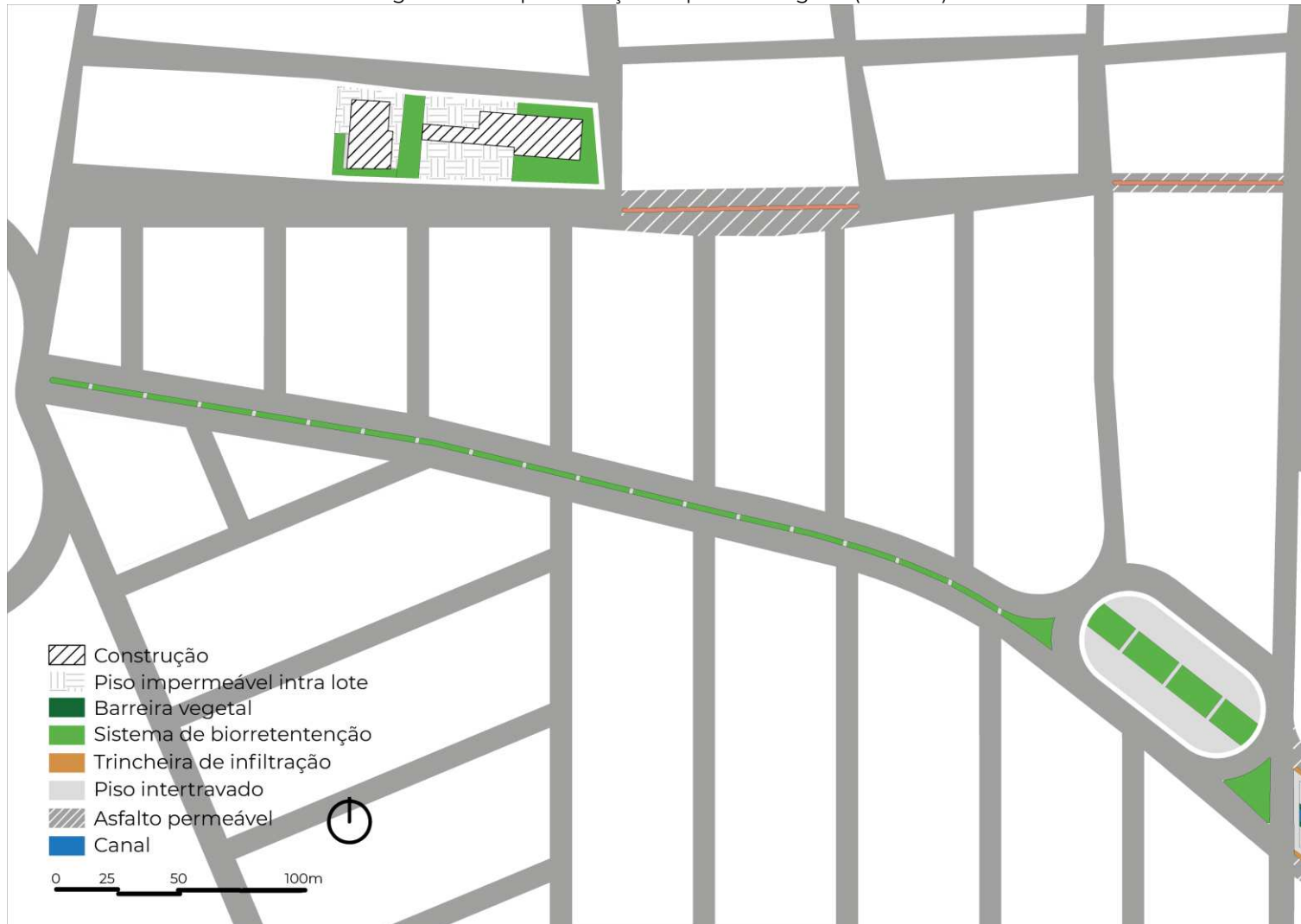
Foi estimada, a partir destas propostas, a criação mais de 50 mil m² de áreas verdes/de lazer no entorno do canal, mais de 3mil m² de áreas verdes/de lazer em equipamentos e mais de 2 mil metros lineares de vias pavimentadas e permeáveis, o que poderia contribuir de forma significativa para a drenagem urbana sustentável.

Figura 42 – Representação esquemática geral com aplicação dos SUDS



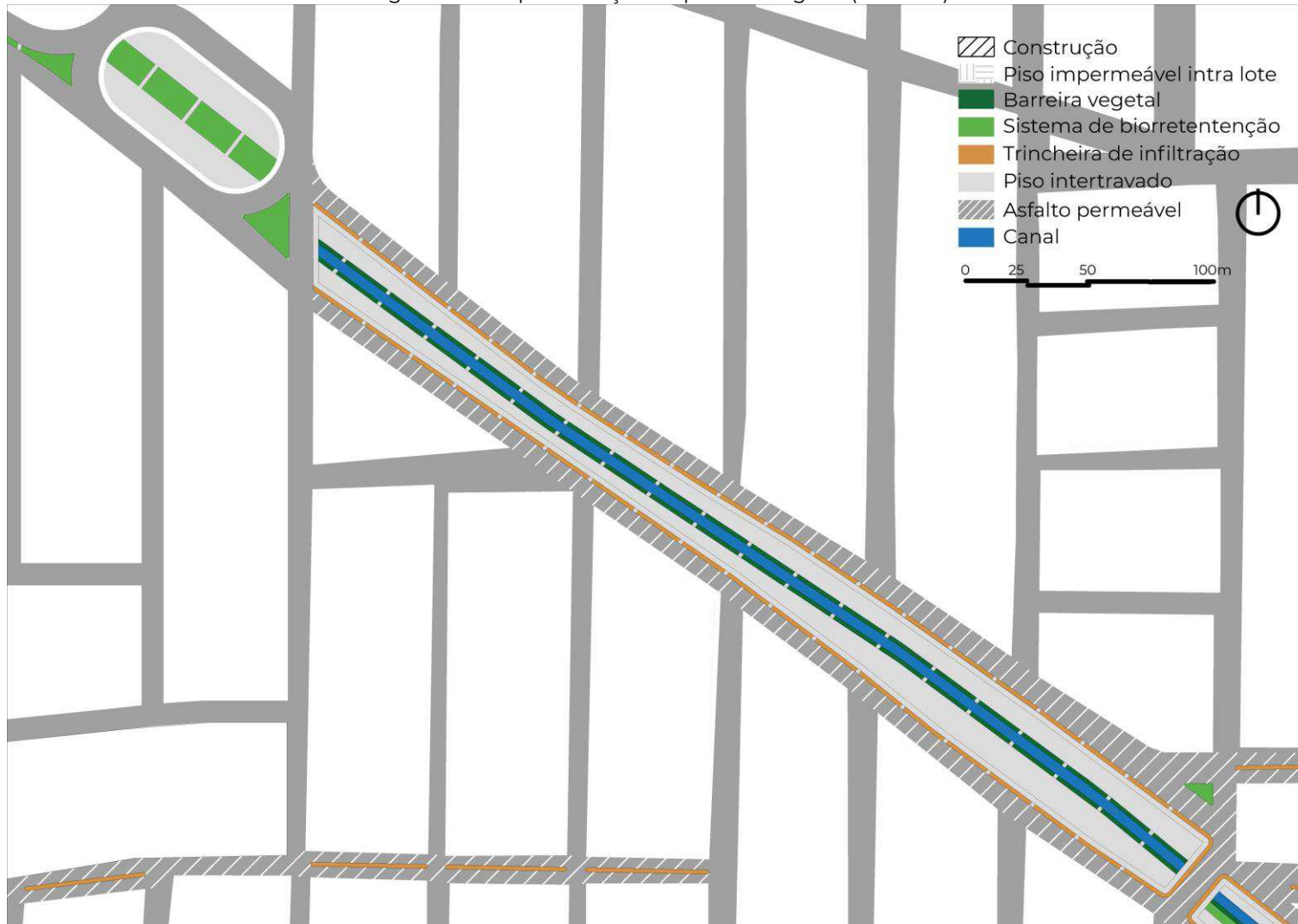
Fonte: Autora, 2022

Figura 43 – Representação esquemática geral (trecho 1)



Fonte: Autora, 2022

Figura 44 – Representação esquemática geral (trecho 2)



Fonte: Autora, 2022

Figura 45 – Representação esquemática geral (trecho 3)



Fonte: Autora, 2022

Figura 46 – Representação esquemática geral (trecho 4)



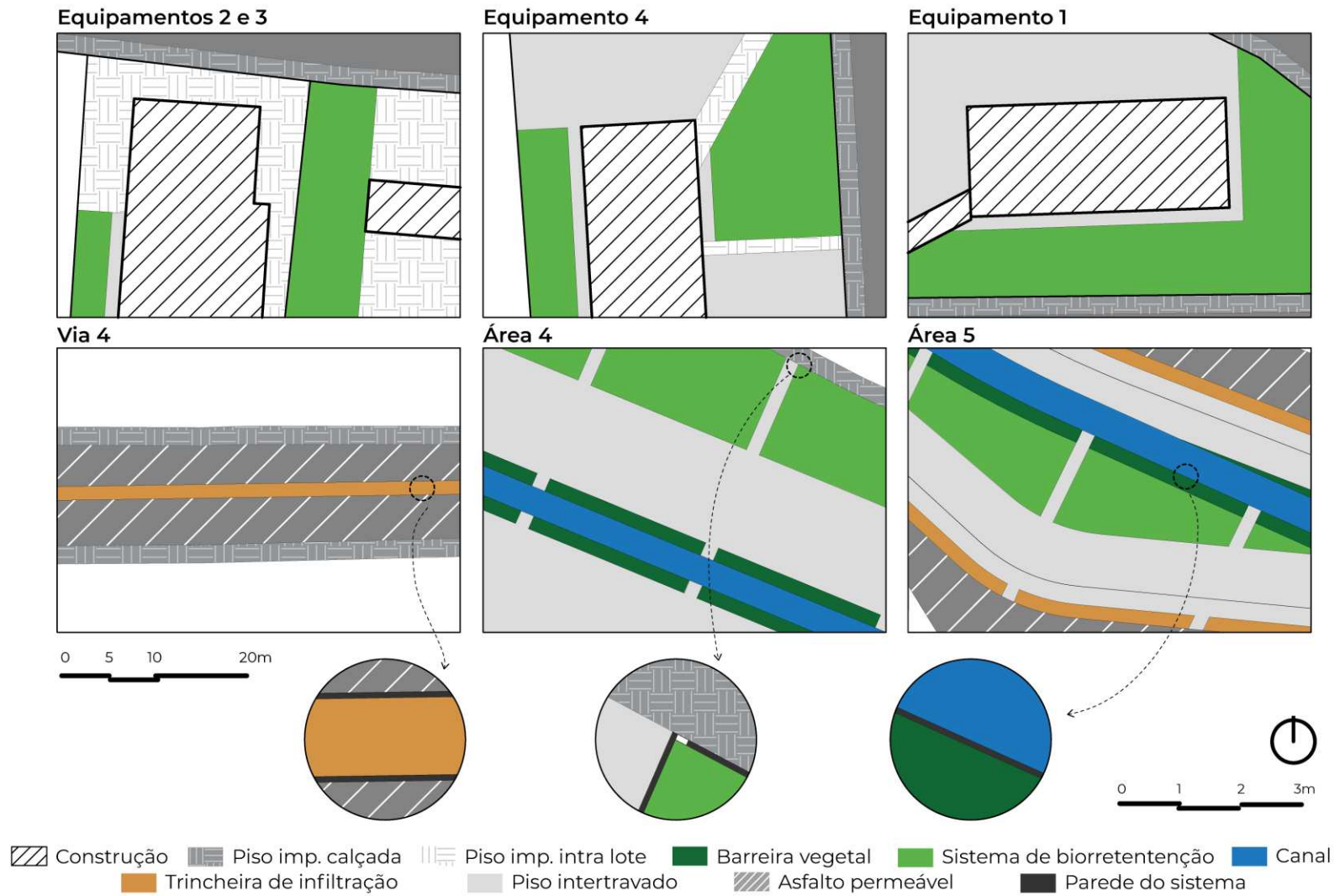
Fonte: Autora, 2022

Figura 47 – Representação esquemática geral (trecho 5)



Fonte: Autora, 2022

Figuras 48, 49, 50, 51, 52, 53 – Ampliação de equipamentos, via e áreas



Fonte: Autora, 2022

4.4. AÇÕES NÃO ESTRUTURAIS PARA PÓS APLICAÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM SUSTENTÁVEIS

Como já citado nesse trabalho, as técnicas de drenagem sustentável também integram medidas não estruturais referentes à correção ou prevenção de problemas. Pensando nisso, e em ampliar as possibilidades de êxito na implantação e manutenção dos SUDS, é necessário que sejam criadas oportunidades de parceria com sociedade civil, em especial os moradores da área objeto de intervenção, com o governo municipal e outras instituições para operação, manutenção e fiscalização desses sistemas e dos riscos ambientais.

Para isso, recomenda-se aqui algumas medidas que poderiam ser implementadas na área da bacia da Ramadinha, em caso de aplicação dos SUDS:

- Educação ambiental – podendo ser oferecida pela Prefeitura, Instituições públicas de ensino e pesquisa ou Entidades sociais ou de Assessorias técnicas para contribuir com a conscientização dos indivíduos sobre os problemas ambientais e as formas de lidar com eles. Além disso, seria possível por meio deste processo ampliar o incentivo à participação individual e coletiva na preservação do meio ambiente, explorando os sistemas de drenagem sustentáveis como meios para melhorar os espaços urbanos e evitar alagamentos e inundações.
- Capacitação do meio técnico. É necessário também capacitar todos os profissionais e técnicos envolvidos em ações voltadas à implantação e manutenção de dispositivos de drenagem urbana e para as melhorias ambientais, para que haja melhor planejamento, projetos, execução e fiscalização, de forma interdisciplinar e integrada.
- Monitoramento colaborativo. A intenção é fomentar processos que envolvam o monitoramento pluviométrico, hidrológico, ambiental, das condições de precariedade e risco, da limpeza e remoção de detritos dos sistemas de drenagem convencionais e dos sustentáveis. Esses processos podem ser estruturados pelo governo municipal ou até por outras instituições e entidades,

desde que garantam o envolvimento e a colaboração contínua de moradores, usuários diversos e de outros colaboradores atuantes na área sob intervenção.

- Aproveitar também as estruturas institucionais já existentes, relacionadas a outras políticas, como os Núcleos Comunitários de Defesa Civil (NUDECs). É possível introduzir a defesa civil para minimização de problemas nos sistemas de drenagem sustentáveis com a participação dos NUDECs, que têm como finalidade desenvolver orientações permanentes junto a população e o monitoramento de ações, trazendo uma cogestão de planejamento e execução em relação à gestão das situações de risco socioambiental (LUCENA, 2005). Esses núcleos podem, inclusive, ser corresponsáveis por promover a educação ambiental, auxiliar na capacitação do meio técnico e integrar o sistema de monitoramento colaborativo.

Tais medidas podem gerar um trabalho mais afetivo e criar mais identificação dos moradores, usuários e técnicos, para se produzir benefícios ao longo do tempo, mantendo todos os envolvidos interessados e atuantes a médio e longo prazo, garantindo também maior sustentabilidade de todas as medidas, estruturais, não estruturais, complementares e alternativas de drenagem urbana.

| CONSIDERAÇÕES FINAIS

A urbanização de assentamentos precários no Brasil, embora tenha avançado muito nos últimos anos, ainda possui características muito limitadas quanto às suas ações, sobretudo no tocante à gestão das águas urbanas. Estas limitações se expressam em ações muito pontuais no entorno de cursos d'água, desconsiderando sua integração com a mobilidade, saneamento e habitação, bem como o restante dos assentamentos e da área da bacia hidrográfica. Além disso, existe uma desconsideração do Poder Público em relação à melhoria das condições de vida urbana da população, já que, muitas vezes, as ações de urbanização demoram longos anos ou ainda estão paralisadas e, frequentemente, não resolvem, de fato, todos os problemas urbanísticos, infraestruturais e ambientais do local. Tudo isso foi constatado na urbanização realizada em parte da bacia da Ramadinha.

A avaliação das condições da habitação, mobilidade, saneamento e meio ambiente do local neste estudo demonstrou que apenas o problema da ocupação das margens do curso d'água foi resolvido integralmente. De forma geral, as ações ocorreram sem integração, focadas apenas no entorno imediato do canal e, até ações previstas nesta urbanização, como a criação de áreas verdes, pavimentação de ruas, criação de passeios e drenagem do entorno do canal, não foram finalizadas. A área da bacia, sobretudo da ZEIS Invasão da Ramadinha II, continua com problemas de falta de equipamentos de lazer, saúde e educação que abranjam a todos os moradores do local. Ainda existem vias sem pavimentação e calçadas fora dos padrões técnicos. Quanto à drenagem, elemento priorizado nesse estudo, a micro drenagem não abrangeu toda a bacia e nem toda a ZEIS e não foram adotadas alternativas e técnicas complementares e nem medidas não estruturais.

Um ponto chave desse trabalho foi evidenciar que a melhoria das condições de drenagem, a partir de uma perspectiva integrada e sustentável, proporciona também avanços na adequação dos assentamentos precários em relação às dimensões ambiental, da mobilidade e da habitação. Para isso foi preciso estudar e evidenciar a viabilidade da implementação de alternativas de drenagem urbana sustentável a partir dos SUDS na área da bacia em áreas sem uso, vias sem pavimentação e equipamentos com espaços livres.

Como resultados deste trabalho, foi possível projetar grande áreas de espaços verdes/de lazer, que se implantadas no entorno do canal, acabariam

abrangendo toda a bacia, repercutindo, ainda, em melhorias nos equipamentos de saúde e educação existentes e na pavimentação de vias e calçadas. Tudo isso proposto de forma sustentável, com técnicas que permitem a permeabilidade das águas para o solo, garantindo maior proteção dos moradores e usuários quanto a eventos de chuva, maior facilidade de acesso às diversas partes da área pela diminuição de pontos de alagamento e da susceptibilidade à inundação.

De forma geral, esse trabalho pode contribuir, ainda, com a avaliação de urbanizações com foco na drenagem urbana sustentável, que pode ser usada para análise de outros assentamentos, inclusive em diferentes cidades, indicando: os descritores relacionados a possíveis áreas de aplicação dos SUDS; as ações que poderiam facilitar sua utilização; e a verificação de soluções de drenagem já usadas nos locais. O trabalho pode também referenciar modificações e adição de novos parâmetros urbanísticos e de instrumentos de incentivo fiscal na legislação da cidade de Campina Grande, de forma a garantir maior padronização e efetividade dos procedimentos nos processos de urbanização e um melhor controle do uso e ocupação do solo. A recomendação da criação de uma nova ZEIS tem o potencial de contribuir para que ações municipais possam ser voltadas também para essa área, que apresentou diversos problemas de precariedade.

Outra contribuição pretendida neste estudo foi a análise das alternativas viáveis para a implantação dos SUDS em assentamentos, de modo complementar a uma urbanização parcial realizada e de uma forma simplificada, já que cada técnica de drenagem sustentável possui indicações de áreas para que elas possam ser aplicadas, como o uso e a inclinação necessária. Conhecendo o uso atual de determinado espaço ou o uso que se quer dar a ele e a sua declividade, é possível verificar as técnicas de drenagem sustentável que podem ser aplicadas, com base nessas características. Por fim, o estudo possibilitou, ainda, a proposição de ações não estruturais para pós aplicação dos sistemas de drenagem sustentáveis.

Embora se tenha conseguido no trabalho, a partir das referências disponíveis, verificar a possibilidade da aplicação desses sistemas e criar cenários com eles, percebeu-se uma grande lacuna quanto à orientação para aplicação desse tipo de drenagem nos assentamentos precários no Brasil, em especial nas favelas, principalmente em relação ao desenho e dimensões

necessárias para cada SUDS, considerando que estes assentamentos apresentam condições de parcelamento diferentes da cidade formal. É necessário que, em trabalhos futuros, sejam desenvolvidas referências e recomendações específicas para essa aplicação adequadas aos assentamentos precários.

Por fim, é necessário ressaltar como a drenagem urbana sustentável, a partir de uma perspectiva multidimensional integrada, é uma abordagem imprescindível à urbanização das cidades brasileiras, marcadas pelas desigualdades, inadequações, precariedades e riscos socioambientais, podendo desempenhar um impacto significativo sobre o bem-estar e qualidade de vida das famílias.

| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCIOLY, Sabrina Maria de Lima. et al. Análise comparativa de programas municipais de IPTU verde. In: Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental, XI, 2020, Vitória. **Anais - Congresso Brasileiro de Gestão Ambiental**. Vitória: 2020.

AGOSTINHO, Mariele de Souza Parra; POLETO, Cristiano. Sistemas sustentáveis de drenagem urbana: dispositivos. **Holos Environment**, v. 12, n. 2, p. 121-131, 2012.

ALENCAR, Anna Karina Borges de. **Urbanismo sensível às águas: o paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, 2016.

ALVES, Luma Gabriela Fonseca. **Adequabilidade e modelagem de sistemas de drenagem urbana sustentável na perspectiva do assentamento precário**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

ALVES, L. G. F. et al. Modelling and assessment of sustainable urban drainage systems in dense precarious settlements subject to flash floods. **LHB**, v. 108, n. 1, p. 1-11, 31 dez. 2022.

ALMEIDA, Jean Carlos Bosquette de. **Drenagem Urbana**. 1. ed. Curitiba: Contentus, 2020.

BRASIL. Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. **Manual de projeto geométrico de travessias urbanas**. Rio de Janeiro: DNIT– Instituto de Pesquisas Rodoviárias, 2010.

_____. **Assentamentos Precários no Brasil Urbano**. Brasília: Ministério das Cidades, Secretaria Nacional de Habitação, 2007.

_____. **Guia para o Mapeamento e Caracterização de Assentamentos Precários**. Brasília: Ministério das Cidades. Centro de Estudos da MetrÓpole, 2010.

_____. **lei nº 11.124, de 16 de junho de 2005**. Dispõe sobre o Sistema Nacional de Habitação de Interesse Social – SNHIS, cria o Fundo Nacional de Habitação de Interesse Social – FNHIS e institui o Conselho Gestor do FNHIS. Brasília: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2005.

_____. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa: Casa Civil, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2012.

_____. **Lei nº 13.913, de 25 de novembro de 2019.** Altera a Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979, para assegurar o direito de permanência de edificações na faixa não edificável contígua às faixas de domínio público de rodovias e para possibilitar a redução da extensão dessa faixa não edificável por lei municipal ou distrital. Brasília: Secretaria-Geral, Subchefia para Assuntos Jurídicos, 2019.

MAEDA, Caroline Akemi Makiyama; SILVA, Nicole Janaína da; ESASIKA, Tatiana Sayuri Higuchi. **Revitalização de Rios em Ambientes Urbanos.** Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da USP, 2013.

_____. **Matriz de indicadores para avaliação do pós-ocupação dos projetos piloto de investimento intervenção em favelas.** São Paulo: Ministério das Cidades, 2004.

BUENO, Laura Machado de Mello. **Projeto e favela. Metodologia para projetos de urbanização.** 350 f. Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo). São Paulo, Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo, Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, 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.

_____. **Lei Complementar nº004, 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.

_____. **Lei Complementar nº 042 de 24 de setembro de 2009.** Institui o código de defesa do meio ambiente do município de Campina Grande e dá outras providências. Campina Grande, 2009.

_____. **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.

_____. **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.

_____. **Lei n. 6.518, de 08 de fevereiro de 2017.** Institui o Programa Municipal de Regularização Fundiária em áreas específicas do Município de Campina e dá outras providências. Campina Grande, 2017.

_____. **Lei n. 6.771, de 08 de fevereiro de 2017.** Dá nova redação a dispositivo da Lei n. 6.518, de 08 de fevereiro de 2017, e dá outras providências. Campina Grande, 2017.

CARDOSO, Adauto Lúcio; DENALDI, Rosana. **Urbanização de favelas no Brasil:** um balanço preliminar do PAC. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. **Setorização de Riscos Geológicos – Paraíba.** 2014. Disponível em <<http://www.cprm.gov.br/publique/Gestao-Territorial/Prevencao-de-Desastres/Setorizacao-de-Riscos-Geologicos---Paraiba-4882.html>>. Acesso em dezembro de 2022.

DENALDI, Rosana; FERRARA, Luciana Nicolau. A dimensão ambiental da urbanização em favelas. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, n. 2018, p. 20, 2018.

DENALDI, Rosana. Prefácio. In: Ferrara, Luciana Nicolau. et al. **A dimensão ambiental na urbanização de favelas:** olhares críticos a partir da drenagem urbana nos projetos do PAC. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. p.07-10.

DREISEITL CONSULTING. **Bishan - Parque Mo Kio.** Disponível em: <<https://www.dreizeitlconsulting.com/bishan-ang-mo-kio-park>>. Acesso em agosto de 2022.

FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável:** desenho urbano com a natureza. Porto Alegre: Bookman, 2013.

GARCIAS, Carlos Mello; AFONSO, Jorge Augusto Callado. Revitalização de rios urbanos. **Revista Eletrônica de Gestão e Tecnologias Ambientais**, v. 1, n. 1, p. 131-144, 2013.

GOOGLE EARTH pro. 2022. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acesso em julho de 2022

GHISLENI, Camilla. **Seis projetos urbanos que aplicam Soluções baseadas na Natureza.** ArchDaily Brasil, 2021. Disponível em:

<<https://www.archdaily.com.br/br/963511/seis-projetos-urbanos-que-aplicam-solucoes-baseadas-na-natureza>>. Acesso em agosto de 2022.

GUTIERREZ, Adriana Idalina Rojas e RAMOS, Ivanete Carpes. **Drenagem urbana sustentável para a concretização de metas de ODS/ONU**. ArchDaily Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.archdaily.com.br/br/920314/drenagem-urbana-sustentavel-para-a-concretizacao-de-metas-de-ods-onu>>. Acesso em outubro de 2022.

IBGE. **Aglomerados Subnormais**. 2020a. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=o-que-e>>. Acesso em: dezembro de 2020.

_____. **Aglomerados Subnormais 2019**: Classificação Preliminar e Informações de Saúde para o enfrentamento à COVID-19. Notas técnicas. 2020b.

_____. **Censo 2010**. 2020. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/>>. Acesso em novembro de 2022.

ITDP. **Índice de Caminhabilidade Versão 2.0 – Ferramenta**. Rio de Janeiro, 2018.

KOH, Yi Fan; LOC, Ho Huu; PARK, Edward. Towards a “City in Nature”: Evaluating the Cultural Ecosystem Services Approach Using Online Public Participation GIS to Support Urban Green Space Management. **Sustainability**, v. 14, n. 3, p. 1499, 2022.

Cheonggyecheon Stream: the Green Lung in the Heart of Seoul. 2021. Disponível em: <<https://korealocalpages.com/article/cheonggyecheon-stream-the-green-lung-in-the-heart-of-seoul.html>>. Acesso em novembro de 2022.

LEITE, Lais Padilha. **Infraestrutura verde aplicada ao alto e médio curso do Rio Tremembé-São Paulo (SP)**. 2020. 176fls. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

LIDERANÇA DA SAB RAMADINHA. **Entrevista com líder comunitária da SAB Ramadilha**. Entrevistadora: Camila Silva dos Santos. Campina Grande, 2022.

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

LOURENÇO, Rossana. **Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentáveis**. 2014. 164 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Civil, Instituto Superior de Engenharia de Coimbra, Coimbra, 2014.

LUCENA, Rejane. **Manual de formação de NUDECs**. 2005

MACHADO, Érica Cristine Medeiros. et al. Urbanização de assentamentos precários e o desafio da abordagem integrada a partir da drenagem urbana: o caso da bacia da Ramadinha, Campina Grande (PB). In: Ferrara, Luciana Nicolau. et al. **A dimensão ambiental na urbanização de favelas: olhares críticos a partir da drenagem urbana nos projetos do PAC**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. P.117-156.

MASTER AMBIENTAL. **Uma impressionante renovação urbana em Seul**. 2014. Disponível em:< <https://www.masterambiental.com.br/noticias/cidades-sustentaveis/uma-impressionante-renovacao-urbana-em-seul/>>. Acesso em novembro de 2022.

MELO, Tássia dos Anjos Tenório de. **Jardim da chuva: sistema de biorretenção como técnica compensatória no manejo de águas pluviais urbanas**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil, Universidade Federal de Pernambuco, 2011.

MORAES, Demóstenes. et al. **Direito à Cidade e Habitação: condicionantes institucionais e normativas para a implementação de políticas de urbanização de favelas – avaliação do ciclo recente de Campina Grande / PB**. Relatório Final. Campina Grande, Núcleo Paraíba do Observatório das Metrôpoles, 2021.

MORAES, Demóstenes Andrade de. **Entre a subcidadania e o direito à cidade: estudos críticos sobre a urbanização de favelas no Brasil e as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) no Recife – PE**. 2019. 1379fls. Tese de Doutorado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2019.

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

MOURA, Priscilla Macedo. **Contribuição para a Avaliação Global de Sistemas de Drenagem Urbana**. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós Graduação em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos, Universidade Federal de Minas Gerais, 2004.

OBSERVA CAMPINA. **Bairros**. Campina Grande, 2019. Disponível em: <<https://sites.google.com/site/arquivosobservacampinapmccg/campina-grande?authuser=0>>. Acesso em dezembro de 2020.

_____. **Rede de abastecimento de água**. Campina Grande, 2021. Disponível em: <<https://observa.campinagrande.br/index.php/abast-esgot/>>. Acesso em agosto de 2022.

OLIVEIRA, Eldson Fernandes de. **Capacidade** – panorama do PAC UAP em Campina Grande-PB. 2019. 142fls. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

ONU. **O Direito Humano à Água e Saneamento**. Programa da Década da Água da ONU-Água sobre Advocacia e Comunicação. 2011

PREFEITURA MUNICIPAL DE CAMPINA GRANDE - PMCG. **Serviços de complementação da macro e micro drenagem e urbanização do canal da Ramadinha em Campina Grande** – PB. Campina Grande: Secretaria de obras, 2011.

PROGRAMA CIDADES SUSTENTÁVEIS. **Singapura transforma o parque Bishan Ang Mo Kio. CITnova**, Disponível em: <<https://www.cidadessustentaveis.org.br/boas-praticas/11?palavra-chave=bishan%20park>>. Acesso em agosto de 2022.

REIS, Lucimara Flávio; SILVA, Rodrigo Luiz Medeiros da. Decadência e renascimento do Córrego Cheong-Gye em Seul, Coreia do Sul: as circunstâncias socioeconômicas de seu abandono e a motivação política por detrás do projeto de restauração. **urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana**, v. 8, p. 113-129, 2015.

SANTOS, Bervylly. **Avaliação integrada das soluções de drenagem urbana em assentamentos precários**. 2021. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental). Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil e Ambiental, UFCG, 2021.

SANTOS, Camila Silva dos; MORAES, Demóstenes Andrade de. **Avaliações das condições habitacionais, de mobilidade, de saneamento e ambientais da urbanização do Bodocongó em Campina Grande / PB**. Relatório de PIBIC, 2021.

SANTOS, Karla Azevedo; RUFINO, Iana Alexandra Alves; BARROS, Mauro Normando Macêdo. Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do

solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande-PB. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 22, p. 943-952, 2017.

SECRETARIA DE PLANEJAMENTO, GESTÃO E TRANSPARÊNCIA – SEPLAN. **Mapa de Campina Grande**. 2011.

SUPERINTENDÊNCIA DE TRÂNSITO E TRANSPORTES PÚBLICOS – STTP. **Linhas de ônibus**. Disponível em: <<https://sttp.campinagrande.pb.gov.br/transportes/onibus/linhas-de-onibus/>>. Acesso em agosto de 2022.

TUCCI, Carlos E. M. Drenagem urbana. **Ciência e cultura**, v. 55, n. 4, p. 36-37, 2003.

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão da drenagem urbana**. Brasília, DF: CEPAL - Escritório no Brasil/IPEA, 2012.

UNESCO-IHP. **Urban water cycle processes and interactions**. IHP Technical Documents in Hydrology. Paris, France, 2006.

VEIGA, Maria Eduarda Barbosa da. et.al. A influência da morfologia urbana sobre a susceptibilidade às inundações e alagamentos em uma bacia urbana brasileira. **Ambiente Construído**, 2023, no prelo.

VERDUM, Roberto; VIEIRA, Carmem Lucas; CANEPPELE, Jean Carlo Gessi. **Métodos e técnicas para o controle da erosão e conservação do solo**. Porto Alegre: IGEO/UFRGS, 2016.

YAZAKI, Luiz Fernando Orsini de Lima. et. al. **Projeto Técnico: Jardins de Chuva. Soluções para cidades**. Associação Brasileira de Cimento Portland. 2013