

**Relatório Final**

**Direito à Cidade e Habitação**

**A DIMENSÃO AMBIENTAL E AS INFRAESTRUTURAS NA  
URBANIZAÇÃO DE FAVELAS: Concepções de projeto, formas de  
produção das redes e especificidades dos assentamentos precários**

Campina Grande - PB

Carlos de Oliveira Galvão  
Demóstenes Andrade de Moraes

Érica Cristine Medeiros Machado

Bervylly Lianne de Farias Santos

Camila Silva dos Santos

Luma Gabriela Fonseca Alves

Maria Eduarda Barbosa da Veiga



**A dimensão ambiental e as infraestruturas na urbanização de favelas: Concepções de projeto, formas de produção das redes e especificidades dos assentamentos precários.**

**Campina Grande - PB**

**RELATÓRIO FINAL**

**2022**

**Equipe Responsável:**

**Coordenação Nacional Geral da Pesquisa**

Luciana Nicolau Ferrara

Adauto Cardoso

**Coordenação do Núcleo Campina Grande**

Carlos de Oliveira Galvão

**Equipe da pesquisa**

Carlos de Oliveira Galvão

Demóstenes Andrade de Moraes

Érica Cristine Medeiros Machado

Bervylly Lianne de Farias Santos

Camila Silva dos Santos

Luma Gabriela Fonseca Alves

Maria Eduarda Barbosa da Veiga

## **APRESENTAÇÃO**

O presente relatório contém o conjunto de atividades realizadas no âmbito da pesquisa “A dimensão ambiental e as infraestruturas de drenagem na urbanização de favelas” em Campina Grande / PB, de maio de 2019 a agosto de 2021, pelo Núcleo Paraíba do Observatório das Metrópoles, sob a coordenação do Prof. Carlos Galvão. Essa pesquisa integra a iniciativa realizada em rede, sob a coordenação da Profa. Luciana Ferrara, da UFABC, e integrada por grupos de pesquisa da UFABC, da UFTPR e pelos núcleos Paraíba (UFCG), Belém (UFPA) e Recife (UFPE) do Observatório das Metrópoles.

Este projeto dá continuidade à pesquisa “Direto à Cidade e Habitação: um balanço do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) - Urbanização de Favelas” que buscou avaliar características de investimentos em urbanização de favelas com recursos do PAC com estudos em: São Paulo, Rio de Janeiro, Região do Grande ABC paulista, Belo Horizonte, Fortaleza, Salvador, Recife, Belém, Porto Alegre e Curitiba. A pesquisa foi coordenada por Adauto Cardoso (Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional da Universidade Federal do Rio de Janeiro - IPPUR-UFRJ) e Rosana Denaldi (Laboratório de Estudos e Projetos Urbanos e Regionais da Universidade Federal do ABC - LEPUR-UFABC), no âmbito do Programa Institutos Nacionais de Ciência e Tecnologia (INCT) Observatório das Metrópoles e do projeto de pesquisa 'As Metrópoles e o Direito à Cidade na Inflexão da Ordem Urbana Brasileira'.

O projeto da rede de pesquisa atual analisou intervenções de urbanização de assentamentos precários com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento nos municípios de São Paulo /SP, Campina Grande / PB, Curitiba / PR, Belém / PA e Recife / PE. Desse modo, foram avaliadas as soluções de drenagem e manejo de águas pluviais adotadas em intervenções de urbanização de favelas, avaliando relações entre concepção de projeto, realização da obra e os impactos sociais e ambientais das intervenções.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Cartograma de intervenções do PAC em Campina Grande .....	9
Figura 2. Áreas de intervenção da Urbanização da Região do Bodocongó .....	12
Figura 3. Canal da Ramadinha e entorno .....	14
Figura 4. Configurações Urbanas.....	19
Figura 5. Configurações Urbanas 1, 2, 3 e 4 .....	20
Figura 6. Cartograma de quadras da bacia e entorno com curvas de nível .....	21
Figura 7. Cartograma de cheios e vazios da bacia e entorno.....	22
Figura 8. Cartograma de percentual de ocupação por quadra da bacia.....	23
Figura 9. Cartograma de percentual de permeabilidade da bacia .....	24
Figura 10. Cartograma de uso do solo da bacia.....	25
Figura 11. Cartograma de Equipamentos da bacia e entorno .....	26
Figura 12. Tipologias das edificações da bacia .....	27
Figura 13. Tipos de vias da bacia e entorno .....	28
Figura 14. Cartograma de rotas e paradas de ônibus da bacia da Ramadinha e entorno .....	29
Figura 15. Cartograma de calçadas da bacia .....	30
Figura 16. Cartograma de arborização da bacia .....	31
Figura 17. Cartograma de rede de água da bacia e entorno .....	32
Figura 18. Cartograma de rede de esgoto da bacia e entorno .....	33
Figura 19. Cartograma de rede de energia elétrica da bacia e entorno .....	34
Figura 20. Fluxograma para delimitação e caracterização da bacia .....	35
Figura 21. Discretização da Bacia da Ramadinha.....	36
Figura 22. Fluxograma para caracterização do uso do solo da bacia.....	37
Figura 23. Caracterização do uso do solo da bacia pelo CN médio.....	37
Figura 24. Hietogramas para os eventos com TR = 10, TR = 25 e TR = 100 anos .....	39
Figura 25: Hidrograma com vazões máximas no exutório da Bacia da Ramadinha .....	42
Figura 26. Lâminas d'água no Canal da Ramadinha para o TR = 100 anos. ....	43
Figura 27. Perfil longitudinal da lâmina d'água no Canal da Ramadinha - TR 100 anos.....	43
Figura 28. Seção Transversal 1 – Exutório do Canal da Ramadinha - TR 100 anos .....	44
Figura 29. Velocidades máximas de escoamento ao longo do canal .....	45
Figura 30. Direção do escoamento.....	47
Figura 31. Discretização da topologia da bacia.....	47
Figura 32. Evento de chuva analisado .....	48
Figura 33. Declividade média de cada sub-bacia.....	49
Figura 34. Porcentagem impermeável para cada sub-bacia.....	50
Figura 35. Pontos de alagamento no Cenário atual.....	54
Figura 36. Cartogramas de adequabilidade da bacia a implementação dos SUDS .....	57
Figura 37. Cenários de simulação .....	61
Figura 38. Robustez socioecológica do sistema em sua configuração atual.....	63
Figura 39. Robustez socioecológica do sistema com a incorporação e SUDS .....	64

## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1. Composição de Investimento inicial/atual na Região de Bodocongó .....	13
Tabela 2. Dados Pluviométricos dos eventos de projeto.....	39
Tabela 3. Dados de Entrada da Modelagem Hidrológica .....	40
Tabela 4. Disponibilidade de dados para modelagem hidráulica .....	41
Tabela 5. Vazões máximas nos nós de simulação do HEC-HMS .....	43
Tabela 6. Valores de CN para cada tipo de solo .....	51
Tabela 7. Características dos condutos inseridos no modelo .....	52
Tabela 8. Capacidade de armazenamento em depressão para as áreas permeáveis e impermeáveis	52
Tabela 9. Coeficiente de Rugosidade de Manning para as áreas permeáveis e impermeáveis da sub- bacia.....	53
Tabela 10. Coeficiente de Rugosidade de Manning para os condutos .....	53
Tabela 11. Parametrização das SUDS .....	60

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1. Variáveis de alocação para cada técnica SUDS .....	56
--	----

## **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1. Características urbanas e ambientais da área de estudo .....	87
Anexo 2. Síntese da avaliação das condições habitacionais, de mobilidade e de saneamento e meio ambiente.....	92

## Sumário

<b>APRESENTAÇÃO .....</b>	<b>4</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>5</b>
<b>LISTA DE TABELAS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE QUADROS .....</b>	<b>6</b>
<b>LISTA DE ANEXOS .....</b>	<b>6</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>8</b>
<b>PARTE I   A URBANIZAÇÃO DA REGIÃO DO BODOCONGÓ.....</b>	<b>12</b>
<b>PARTE II   LEITURA URBANA E AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>15</b>
2.1. Caracterização geral da área de estudo .....	15
2.2. Uso, ocupação e parcelamento do solo e forma urbana .....	15
2.3. As infraestruturas viárias, a mobilidade urbana e os transportes públicos .....	27
2.4. As infraestruturas e serviços urbanos de saneamento ambiental .....	31
2.5. A ZEIS e o Aglomerado Subnormal da Ramadinha.....	34
<b>PARTE III   AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DRENAGEM DA BACIA .....</b>	<b>35</b>
3.1 Modelagem hidráulico-hidrológica .....	35
3.1.1 Modelagem com o HEC-RAS .....	35
3.1.2 Modelagem com o SWMM .....	45
3.2. Alternativas de sistemas de drenagem urbana sustentável .....	54
3.3. Análise da robustez socioecológica do sistema de drenagem .....	61
<b>PARTE IV   ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DA URBANIZAÇÃO .....</b>	<b>65</b>
4.1. Descritores analisados.....	65
4.2. Dimensão: melhoria das condições de habitação.....	65
4.3. Dimensão: melhoria das condições de mobilidade .....	71
4.3. Dimensão: melhoria das condições de saneamento e meio ambiente .....	75
4.5. Dimensão: articulação entre urbanização e políticas públicas .....	81
4.6. Dimensão: adequação à regulação urbanística e ambiental .....	82
<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>83</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>84</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>87</b>

## **INTRODUÇÃO**

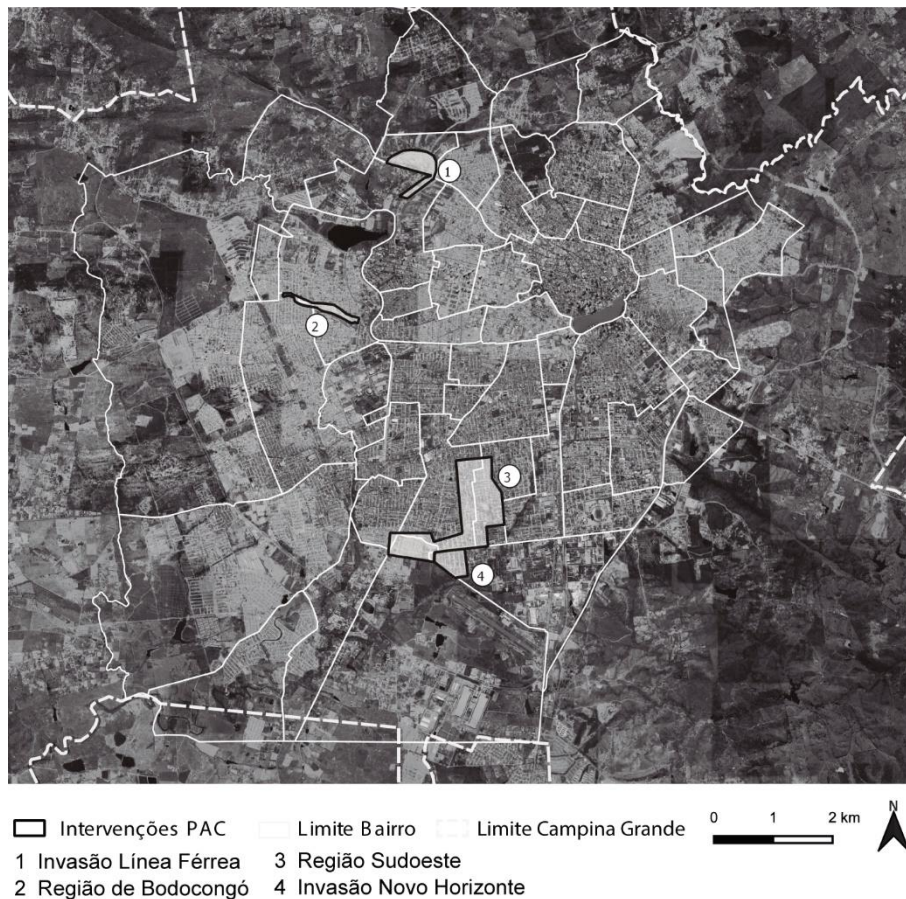
Os assentamentos precários, por meio das ocupações irregulares e do mercado informal, foram a principal alternativa da população em situação de pobreza e vulnerabilidade no Brasil. Se a omissão e a remoção prevaleceram como respostas estatais em relação aos assentamentos precários, a partir dos anos 1970, começam a ser implementados processos de urbanização e regularização desses assentamentos no país. Em Campina Grande, esse tipo de intervenção começou a ser implementada a partir dos anos 1980. Nas últimas décadas, parte dos projetos de urbanização de favelas passou a tratar o assentamento com intervenções mais abrangentes, integradas e integrais. Nos assentamentos precários a drenagem urbana é um dos elementos estruturadores da urbanização, fundamental tanto para resolver situações de risco, quanto à qualidade ambiental. Uma abordagem a partir da bacia hidrográfica e com atenção à drenagem urbana requer soluções e medidas integradas estruturais e não estruturais relativas às infraestruturas, à habitação e à promoção de espaços livres.

O lançamento do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC) em 2007, para impulsionar o desenvolvimento econômico do país a partir da implantação de infraestruturas diversas, ampliou significativamente o volume de recursos investidos e a escala das intervenções em assentamentos precários. Foi uma oportunidade para tratar de forma integrada as dimensões social, urbana-ambiental e fundiária.

O município de Campina Grande / PB recebeu investimentos do PAC, na modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (UAP), para a implantação de quatro projetos de urbanização e regularização fundiária: Línea Férrea Araxá, Urbanização da Invasão Novo Horizonte, Urbanização da Região do Bodocongó e a Urbanização da Região Sudoeste (Figura 1).



Figura 1. Cartograma de intervenções do PAC em Campina Grande



Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011). Modificado pelos autores (2020)

A escolha das áreas para intervenção do PAC-UAP em Campina Grande teve como ponto de partida a precariedade e situações de risco relacionados a ocupações em margens de cursos d'água. Portanto, a prioridade de três dos quatro projetos do PAC-UAP em Campina Grande foi a de realização de intervenções de macrodrenagem, com a canalização de cursos d'água e reassentamentos.

Tal prioridade às intervenções da drenagem para os projetos e intervenções do PAC-UAP ocorreu em várias cidades e por isso a presente pesquisa, realizada pelo Núcleo Paraíba do Observatório das Metrópoles, foi atrelada à iniciativa realizada em rede, sob a denominação de "A dimensão ambiental e as infraestruturas de drenagem na urbanização de favelas", e analisou intervenções de urbanização de assentamentos precários com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento, com ênfase na avaliação das soluções de drenagem e manejo de águas pluviais que foram adotadas, nos municípios de São Paulo /- SP, Campina Grande - / PB, Curitiba / PR, Belém / PA e Recife / PE.

A pesquisa parte da compreensão de que a questão da drenagem afeta as áreas urbanas de modo amplo e se relaciona com as características físico-ambientais, sociais e urbanísticas de ocupação

de bacias hidrográficas, sendo ainda mais importante em áreas de assentamentos precários. Esses assentamentos se caracterizam pela alta vulnerabilidade socioeconômica de seus moradores e foram construídos em áreas inadequadas à ocupação, de fragilidade e risco ambiental, algumas de preservação permanente, e que apresentam déficits significativos de infraestruturas, principalmente de saneamento ambiental.

O manejo de águas pluviais e a drenagem urbana são elementos do saneamento ambiental, de acordo com a Lei Federal n. 11.445/2007. Apesar dos avanços normativos e técnicos, a impermeabilização do solo, as enchentes e a ampliação das áreas de risco à inundação expressam que parte das intervenções em assentamentos precários ainda está distante de promover soluções estruturais e integradas tomando em conta as dimensões ambientais, urbanísticas, sociais e infraestruturais.

As mudanças de paradigma em relação às soluções técnicas de drenagem têm apontado para soluções de canalização aberta, associadas a parques lineares e à coleta e tratamento de esgotos (TRAVASSOS, 2010). Todavia, as alternativas construtivas de menor impacto e a combinação de diferentes sistemas e medidas estruturais e não estruturais não têm prevalecido.

Todas as áreas escolhidas em Campina Grande para receber os recursos do PAC-UAP ainda não haviam sido contempladas com programas de urbanização. As intervenções do PAC-UAP no município privilegiaram a macrodrenagem, canalizando cursos d'água, realizando ainda, em áreas mais precárias, implementação de infraestrutura básica e reassentamentos.

Alguns problemas das intervenções do PAC-UAP em Campina Grande, comuns aos de outras cidades, foram apontados por entrevistados, entre integrantes e ex-integrantes da prefeitura, a partir da pesquisa "Direito à cidade e habitação: condicionantes institucionais e normativas para a implementação de políticas de urbanização de assentamentos precários no Município de Campina Grande / PB", realizada pelo Núcleo Paraíba do Observatório das Metrópoles: (i) inconsistência de projetos, gerando aumento de prazos e investimentos para ajustes; (ii) dificuldades na desapropriação de terrenos; (iii) lentidão na realização de medições e pagamentos por parte da CAIXA; e (iv) debilidades das construtoras contratadas para a execução de projetos complexos e com fluxos demorados de pagamento.

Em relação à drenagem urbana, as intervenções realizadas foram convencionais, de canalização de cursos d'água e implantação de redes de microdrenagem, sem a articulação mais ampla com medidas não estruturais de regulação do uso e ocupação e de educação ambiental, muito menos de a exploração de alternativas para infiltração e reservação de águas pluviais,

A Urbanização da Região do Bodocongó foi a selecionada para a presente pesquisa, por se constituir no empreendimento do PAC-UAP mais abrangente quanto a obras de drenagem e com o alcance maior em número de famílias beneficiadas em Campina Grande. Todavia, considerando a

complexidade dessa urbanização, abrangendo duas áreas, a pesquisa ficou restrita à principal intervenção, realizada em um curso d'água que cruzava o bairro da Ramadinha até o canal de Bodocongó, com famílias em suas margens e em condição de risco. Foi proposta a construção de um canal e as alternativas para as famílias moradoras desses assentamentos estiveram relacionadas, predominantemente, a reassentamentos para empreendimentos habitacionais em outro bairro.

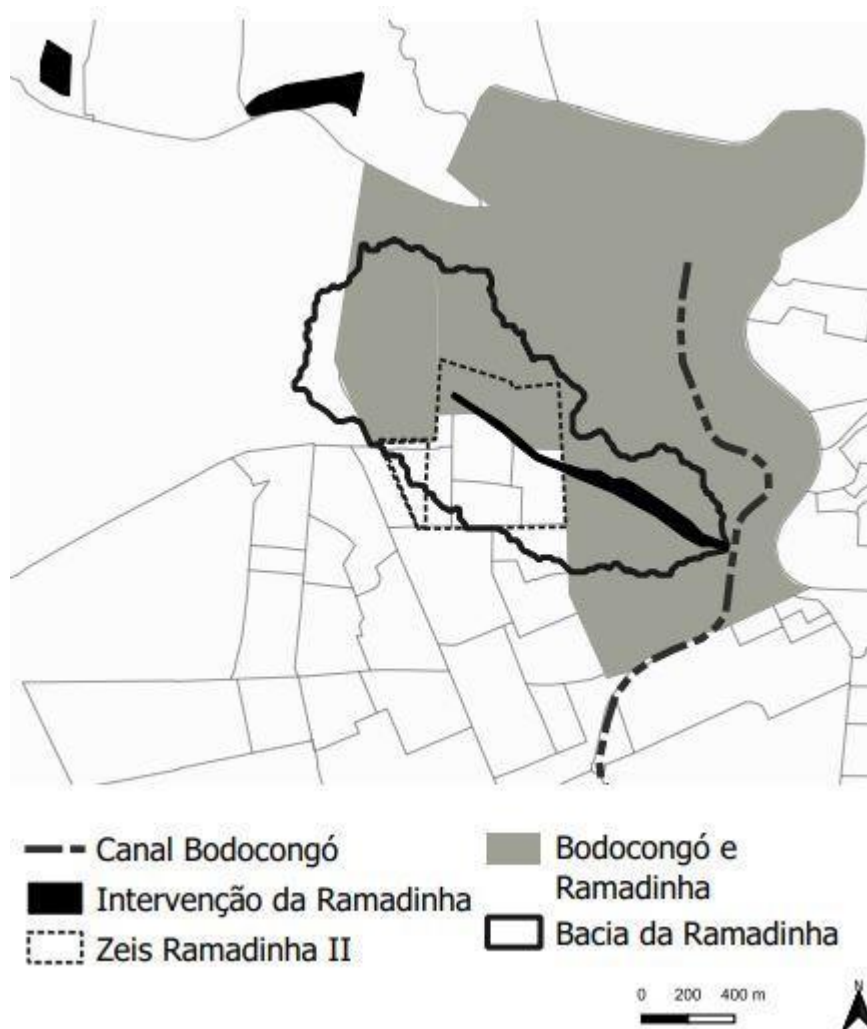
Foi objetivo da pesquisa qualificar tipos de intervenção em drenagem em bacias hidrográficas urbanizadas que afetaram assentamentos precários, considerando as alternativas técnicas utilizadas e seus possíveis impactos. A dimensão qualitativa é significativa na perspectiva de redução dos déficits relacionados a drenagem em assentamentos precários, em função do padrão de ocupação denso e decorrente insuficiência de áreas livres e permeáveis. A perspectiva é sugerir recomendações para políticas públicas, planos de saneamento e projetos de urbanização de assentamentos precários, em uma perspectiva de tratamento integrado de questões sociais, infraestruturais e ambientais.

Uma hipótese a considerar é que essa intervenção ficou restrita a obras e ações mais convencionais em relação à drenagem e aos assentamentos precários, combinando canalização e microdrenagem com reassentamentos e provisão habitacional, sem explorar alternativas para uma urbanização que explorasse a integração.

## PARTE I | A URBANIZAÇÃO DA REGIÃO DO BODOCONGÓ

A Urbanização da Região do Bodocongó (Contrato nº 022291656/2007) abrange duas áreas de intervenção: a área da Comunidade de São Januário e o canal da Ramadinha (Figura 2). O objetivo da intervenção é a urbanização e melhoria das condições de habitabilidade da Região de Bodocongó, a partir da canalização do curso d'água que cruzava o bairro da Ramadinha até o canal de Bodocongó e o reassentamento de moradores de áreas de risco para empreendimentos habitacionais próximos ao local de origem.

Figura 2. Áreas de intervenção da Urbanização da Região do Bodocongó



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

A intervenção foi orçada, inicialmente, em R\$ 31.500.000,00, mas em função de reprogramações e ajustes no projeto e intervenções alcançou R\$ 49.916.890,44, com R\$ 4.177.732,56 de contrapartida municipal (

Tabela 1). As ações e obras que vêm sendo realizadas são as seguintes: serviços preliminares; terraplanagem; aquisição e desapropriação de terrenos; regularização fundiária; produção/aquisição de unidades habitacionais na área de intervenção; abastecimento de água; esgotamento sanitário; energia elétrica/ iluminação; pavimentação e obras viárias, drenagem superficial e calçadas; micro e macrodrenagem pluvial; trabalho social.

Tabela 1. Composição de Investimento inicial/atual na Região de Bodocongó

<b>COMPOSIÇÃO DE INVESTIMENTO INICIAL/ATUAL NA REGIÃO DE BODOCONGÓ</b>				
<b>AÇÕES</b>	<b>REPASSE DE VALORES</b>			
	<b>Período</b>	<b>União</b>	<b>Contrapartida</b>	<b>Total</b>
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. Modificado pelos autores

Essa intervenção não foi concluída, em decorrência de problemas no projeto de drenagem e por conta da ocupação de um empreendimento habitacional que serviria ao reassentamento de famílias localizadas em áreas de risco na área da Comunidade de São Januário (Figura 3).

Figura 3. Canal da Ramadinha e entorno



Fonte: Autores, 2020.

Em relação ao arranjo institucional para a Urbanização do Bodocongó, a Secretaria de Planejamento (SEPLAN) ficou responsável apenas pela contratação do Trabalho Social e a Secretaria de Obras fez as contratações para a elaboração dos projetos arquitetônicos, urbanísticos e de infraestruturas e pela execução das obras, dividida em dois lotes na licitação: a parte de urbanização teve como executora a construtora a empresa Andrade Galvão Engenharia LTDA; e a parte Habitacional, na Comunidade de São Januário, com a empresa COMPECC Engenharia Comércio e Construções LTDA.

Em relação ao Trabalho Social, foram previstos três eixos de ação: mobilização social; educação sanitária e ambiental; e geração de trabalho e renda. Entretanto, a equipe contratada para o Trabalho Social esteve mais concentrada nas ações na Comunidade de São Januário, considerando a complexidade do processo de reassentamento.

## **PARTE II | LEITURA URBANA E AMBIENTAL DA ÁREA DE ESTUDO**

### **2.1. Caracterização geral da área de estudo**

A caracterização geral da área de estudo foi feita a partir de uma leitura urbana e ambiental construída a partir de dados coletados e analisados, contemplando as características gerais da área de estudo, dados do projeto de intervenção, características das intervenções de drenagem, condições de saneamento e meio ambiente e características de urbanização. No Anexo 1 estão apresentados os quadros resumos desta caracterização.

### **2.2. Uso, ocupação e parcelamento do solo e forma urbana**

A análise do Plano Diretor (Lei Complementar Nº 003, de 09 de outubro de 2006) permitiu identificar que a área de intervenção da Urbanização da Região do Bodocongó integra a Zona de Recuperação Urbana (Art. 18), caracterizada pela incidência de loteamentos irregulares e núcleos habitacionais de baixa renda. No Art. 19 estão previstos os objetivos dessa zona, entre eles a promoção da urbanização e regularização fundiária desses núcleos habitacionais de baixa renda (inciso III) e o incentivo à construção de novas unidades habitacionais de interesse social (inciso IV).

No Art. 26 do Plano Diretor foi estabelecido que o Poder Público municipal deverá controlar o uso e a ocupação do solo nas faixas marginais de domínio de corpos d'água, de estradas e ferrovias, linhas de alta tensão elétrica, adutoras, aeroportos, entre outros. Sendo seu dever desenvolver e implantar programas de controle do uso e ocupação do solo nas margens de riachos e corpos d'água, conforme previsto no art. 27. Não há registro de um controle sistemático e abrangente do uso e ocupação do solo nas margens de riachos e corpos d'água, principalmente relacionado à prevenção. O monitoramento realizado pela Defesa Civil Municipal é concentrado nas áreas de risco existentes já identificadas, algumas em margens de cursos d'água. A intervenção do PAC Urbanização da Região do Bodocongó previu e realizou reassentamentos das ocupações às margens do canal da Ramadinha.

As ZEIS foram definidas no Art. 36 do Plano Diretor, com o objetivo de garantir a função social do território urbano, voltadas para a regularização fundiária, urbanização e produção de habitação de interesse social. São divididas em dois tipos (incisos I e II), sendo o tipo 1 marcado pela presença de assentamentos precários de baixa renda, passíveis de regularização fundiária e urbanística. Já o tipo 2 trata das áreas nas quais o solo urbano encontra-se não edificado, subutilizado ou não utilizado, localizadas na Macrozona Urbana, consideradas pelo Poder Público como prioritárias para iniciativas atinentes à implantação de programas habitacionais para a população de baixa renda. Na área de intervenção Urbanização da Região do Bodocongó, há a ZEIS Invasão Ramadinha II, instituída pela Lei Nº 4.806/2009 que regulamentou as Zonas Especiais de Interesse Social.

Pelo Art. 39 do Plano Diretor, foi previsto que o Poder Executivo deverá elaborar um plano de urbanização para as ZEIS (Art. 39), com índices específicos de uso e ocupação do solo (inciso I), os mecanismos de participação comunitária nos processos de planejamento, urbanização e regularização jurídica das ZEIS (inciso II), entre outros. Segundo o artigo 40, enquanto não houver a aprovação do plano de urbanização das ZEIS, a iniciativa privada só poderá executar habitação de interesse social de acordo com as disposições legais e quando for aprovado pelo órgão responsável pelo planejamento urbano do Município. Após a aprovação do plano de urbanização da ZEIS, não será permitido o remembramento de lotes, exceto nos casos em que os lotes sejam destinados à construção de equipamentos comunitários, de acordo com o Art. 41. Todavia, o plano elaborado para a Urbanização da Região do Bodocongó, abrangendo a ZEIS Invasão Ramadinha II, não foi regulamentado.

Na Seção IV, referente ao Manejo das Águas Pluviais e Drenagem Urbana do Plano Diretor, e mais especificamente em seu Art. 116 foram definidas as ações prioritárias no manejo das águas pluviais: a definição dos mecanismos de fomento para 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 (inciso I); a implantação de medidas de prevenção de inundações, incluindo controle de erosão, especialmente em movimentos de terra, controle de transporte e deposição de entulho e lixo, combate ao desmatamento, assentamentos clandestinos e outros tipos de ocupações nas áreas com interesse para drenagem (inciso II); o investimento na renaturalização e melhorias das calhas fluviais e na recuperação dos sistemas de macro e microdrenagem (inciso III). Todavia, os projetos desenvolvidos no âmbito do PAC-UAP adotaram medidas estruturais convencionais, sem alinhamento com essas ações prioritárias.

Em relação a outra lei importante para a ocupação do solo em Campina Grande, o Código de Obras, Lei Nº 5410/13 de 23 de dezembro de 2013, há poucas menções relacionadas aos assentamentos precários. No Código de Obras foi estabelecido, ainda, no Art. 238, as áreas não edificáveis e o afastamento mínimo de 15,00m para o caso de corpos d'água (inciso II). Na Urbanização do Bodocongó as margens do canal da Ramadinha foram preservadas observando esse parâmetro.

No campo da política ambiental, a Lei Complementar Nº 042, de 24 de setembro de 2009, que institui o Código de Defesa do Meio Ambiente e dispõe sobre a Política Municipal do Meio Ambiente, determina, em relação zoneamento ambiental do Município, no Art. 14, parágrafo 1º, incisos I ao VI, as Zonas Especiais de Preservação (ZEP). Entre as ZEPs há o Riacho de Bodocongó, com o canal da Ramadinha como um corpo d'água integrado a este riacho.

De acordo com o Art. 15 do Código de Defesa do Meio Ambiente, fica vedada a ocupação urbana em áreas de risco, bem como a ocupação do solo nas Zonas Especiais de Preservação (ZEP), com exceção das edificações que tenham o propósito de servir de manutenção e apoio para as mesmas, tais como zeladorias, administração, vigilâncias e demais que se fizerem necessárias.



No Art. 44, do inciso I ao V do Código de Defesa do Meio Ambiente, são estabelecidos os casos em que o parcelamento do solo não será permitido. Entre as situações previstas estão os terrenos alagadiços e sujeitos a inundações, antes que sejam tomadas medidas que assegurem o escoamento das águas.

Sobre as áreas de preservação permanente, o Art. 165 do Código de Defesa do Meio Ambiente determina a necessidade de uma legislação específica para seu regimento, sendo vedada qualquer alteração nesses espaços territoriais e em seus componentes, sejam eles de domínio público ou privado, sendo apenas permitidas alterações mediante Lei. O parágrafo 1º estabelece como áreas de preservação permanente as encostas, cavernas, margens e cursos d'água, paisagens de notável interesse ecológico e áreas que abrigam exemplares raros da fauna, bem como aquelas que funcionem como lugar de pouso ou reprodução de espécies migratórias.

O Art. 177 do Código de Defesa do Meio Ambiente estabelece como vegetação de preservação permanente aquela que se situar nas nascentes permanentes ou temporárias, incluindo-se os olhos d'água e veredas, seja qual for sua situação geográfica, com faixa mínima de 50 (cinquenta) metros a partir de sua margem, de tal forma que proteja em cada caso, a bacia de drenagem contribuinte, conforme o inciso I deste artigo. No inciso II, é considerada 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 30 (trinta) metros, diferindo dos 15 m previstos pelo Código de Obras.

Sobre a Política Municipal de Habitação foi instituída a Lei Nº 4.787/2009, que cria o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS) e seu Conselho-Gestor, buscando orientar as ações do poder público em relação à habitação de interesse social. Entre as diretrizes dispostas no Art. 3º da lei, foram previstas: a priorização dos programas habitacionais direcionados à população de baixa renda (inciso II); a realocação das populações assentadas em áreas de risco (inciso III); a coibição de ocupações em áreas de risco e *non aedificandi* (inciso VI); e a promoção da regularização urbanística e jurídico-fundiária dos assentamentos precários e loteamentos irregulares (inciso VIII).

A Lei da Política Municipal de Habitação estabelece programas específicos no Art. 6: o programa de produção de habitações de interesse social (inciso I); o programa de melhoria, reconstrução e recuperação de habitação de interesse social (inciso II); o programa de relocação habitacional (inciso III); o programa de tratamento de área de risco (inciso VI); o programa de incentivo e oferta de lotes urbanizados para habitação de interesse social (inciso VII); o programa de regularização urbanística e jurídico-fundiária de assentamentos (inciso VIII). Apesar disso, os projetos no campo habitacional, implementados por iniciativa do Município desde 2009, alguns com recursos do PAC-UAP, como a Urbanização da Região do Bodocongó, cumpriram, parcialmente, com os tipos de intervenções previstas nesses programas.

Quanto às Zonas Especiais de Interesse Social, uma lei específica, a Lei Nº 4.806 de 23 de setembro de 2009 estabeleceu normas, procedimentos e estrutura de gestão para promover a sua urbanização e regularização fundiária.

A regularização urbanística das ZEIS é definida pelo Capítulo V. O Art. 16 determina a necessidade de plano urbanístico específico para cada ZEIS e um prazo de 180 dias para a sua elaboração, a partir da definição da área como ZEIS (Art. 20). Os últimos planos urbanísticos, incluindo os concebidos para as áreas que receberam investimentos do PAC-UAP, foram elaborados antes da promulgação dessa lei.

Normas e parâmetros específicos para parcelamentos são estabelecidos no Art. 18 (incisos, do I ao X) da Lei das ZEIS, como as áreas *non aedificandi*, área máxima dos lotes, testadas mínimas, entre outros. Os casos de desmembramento, ampliação ou realocação, em decorrência do limite máximo ou mínimo de área estabelecidos no Anexo II, são previstos nos parágrafos 3 e 4. No parágrafo 3º está previsto que o lote cuja área exceder o limite máximo estipulado no Anexo II (200m<sup>2</sup>) deverá ser desmembrado, podendo resultar em: novos lotes, com áreas mínimas de até 50m<sup>2</sup> (inciso I); complemento de outro lote, desde que não exceda 200m<sup>2</sup> (inciso II); área pública (inciso III); área verde (inciso IV). No Art. 23 foi previsto que, para efeito de desmembramento e remembramento, a partir da aprovação do projeto de urbanização e regularização fundiária de cada ZEIS, servirão como parâmetros os lotes máximos (200 m<sup>2</sup> e mínimos (25 m<sup>2</sup> para os existentes e 50 m<sup>2</sup> para os lotes frutos de intervenção urbanística) previstos no Anexo II desta Lei.

No parágrafo 5º do Art. 18 da Lei das ZEIS são estabelecidos como objetos de relocação as ocupações situadas em áreas *non aedificandi*, estabelecido na Lei Federal nº. 6.766/79, o que justifica os reassentamentos propostos no âmbito dos projetos do PAC-UAP em Campina Grande. Toda remoção pelo poder Público deve se dar através de solução negociada com a comunidade através dos canais institucionais das COMULs e do Fórum ZEIS, segundo o parágrafo 6º do mesmo artigo. Todavia, vale ressaltar, essas instâncias não foram regulamentadas até hoje.

Pelo Art. 29 da Lei nº 4.806/2009, o Executivo Municipal fica autorizado a utilizar os instrumentos jurídicos necessários para a promoção da regularização jurídico-fundiária das ZEIS, preferencialmente, a Concessão do Direito Real de Uso. O Programa Casa Legal vem utilizando os instrumentos previstos pela Lei Federal nº 13.465, de 11 de julho de 2017, para as ações de regularização da posse.

O Plano de Mobilidade de Campina Grande (Lei Complementar nº 004/2015), em seu art. 4 define como seus objetivos reduzir as desigualdades e promover a inclusão social (inciso I), promover o acesso aos serviços básicos e equipamentos sociais (inciso II), proporcionar melhoria nas condições urbanas da população no que se refere à acessibilidade e à mobilidade (inciso III), promover o

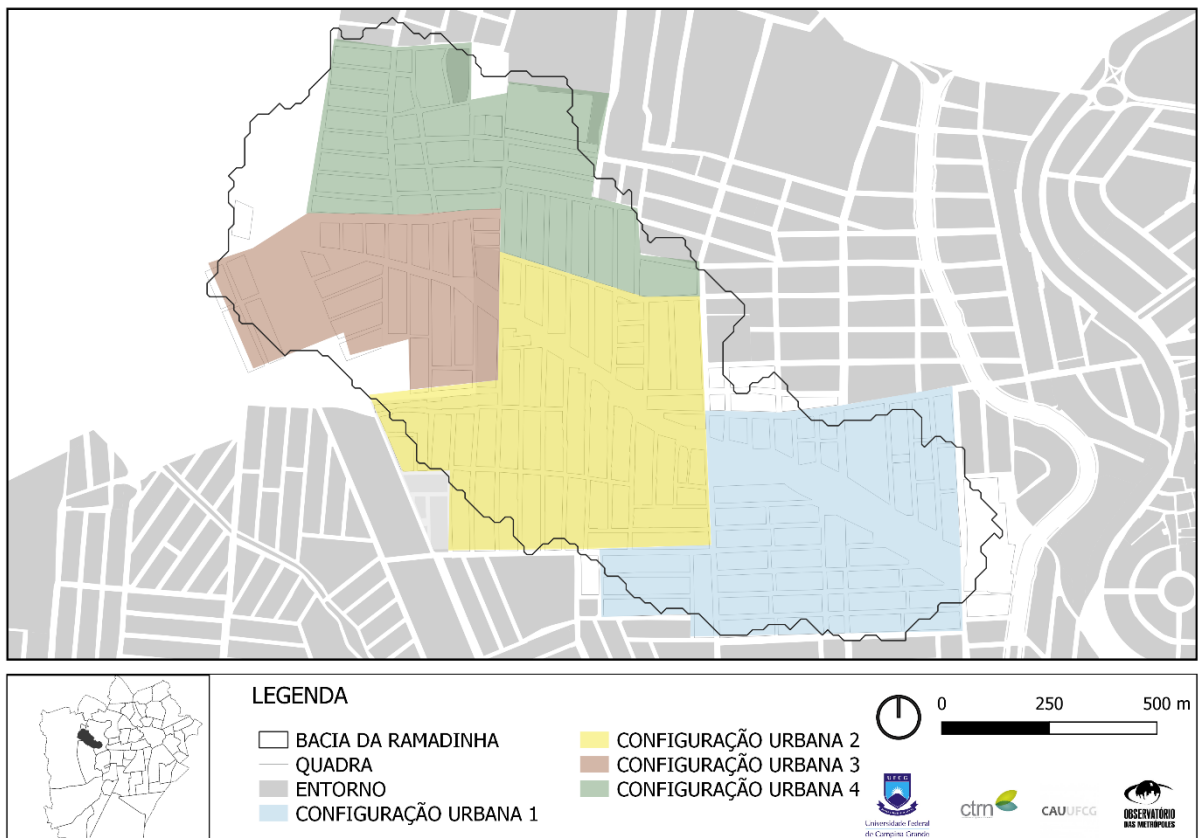
desenvolvimento sustentável com a mitigação dos CURBSTos ambientais e socioeconômicos dos deslocamentos de pessoas e cargas nas cidades (inciso IV).

Ao se analisar a adequação dos projetos do PAC-UAP às leis que estabelecem diretrizes e parâmetros para os assentamentos precários em Campina Grande, cabe ressaltar que esse programa teve os projetos elaborados em períodos anteriores aos das regulamentações de algumas dessas leis. As principais incongruências entre as intervenções do PAC-UAP e as leis estiveram relacionadas ao respeito aos limites para a ocupação das margens de corpos d'água (Código de Obras e Lei nº 4.806/2009) e às condições edilícias de parte das edificações nas áreas de intervenção (Código de Obras).

A análise do uso, ocupação e morfologia urbana do solo é crítica para a pesquisa, pois afeta a habitabilidade e o acesso aos serviços, bem como as intervenções a partir da urbanização da área. Pela de dados e informações, essas análises não cobriram a situação anterior à intervenção.

A área da bacia da Ramadinha pode ser dividida quatro áreas menores, com base na localização e nas semelhanças dessas áreas próximas considerando-se as questões físico ambientais; o parcelamento, ocupação e uso do solo; a forma urbana e tipologias das edificações; bem como as infraestruturas viárias e a mobilidade urbana (Figura 4).

Figura 4. Configurações Urbanas



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

A identificação dessas configurações é importante para avaliar as intervenções da Urbanização da Região do Bodocongó tendo em vista as especificidades destas que deveriam ter sido consideradas no plano e nos projetos urbanísticos e de engenharia. A área mais ao leste foi denominada configuração urbana 1 (CURB1) e a ZEIS Ramadinha como configuração urbana 2 (CURB2). A região oeste, em sua parte mais ao sul, foi denominada configuração urbana 3 (CURB3) e a parte mais a norte, de configuração urbana 4 (CURB4) (Figura 5).

Figura 5. Configurações Urbanas 1, 2, 3 e 4



Fonte: Base cartográfica: Google Earth (2020). Adaptado pelos autores (2020)

Em relação à análise do tecido urbano, considerando o traçado e parcelamento, foi realizada, considerando vias, espaços públicos, quadras, lotes etc. para verificar as relações com as condições físico-ambientais (relevo, hidrografia etc.), entre esses elementos e com o entorno.

A primeira e a última configuração urbana apresentam um desenho das suas quadras que permite a continuidade de fluxos com seu entorno, possibilitando uma melhor conexão, o que não acontece nas outras, que possuem desenho próprio e variado, não dando continuidade ao desenho do entorno (Figura 6).

A CURB1 é caracterizada pelo traçado regular, embora as quadras apresentem tamanhos diferentes (maiores frentes de quarteirão variando de 40 a 150m). Apresenta declividade variando entre plano e suave ondulado, com poucos pontos ondulados e fortemente ondulada. Nela as vias se encontram no sentido da declividade, facilitando o escoamento das águas pluviais.

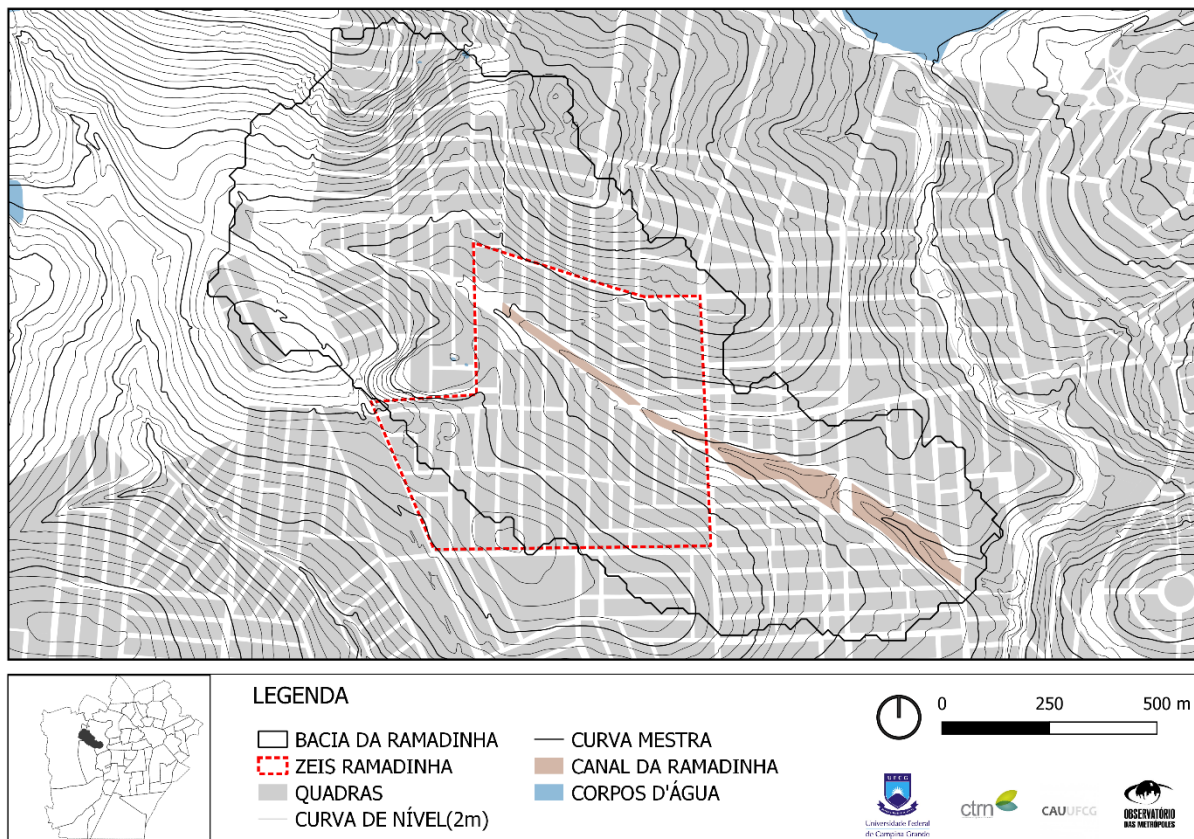
A CURB2 possui traçado regular, quadras com tamanhos variados (maiores frentes de quarteirão variam de 60 a 280m) e formato parecidos. Apresenta uma declividade média e com as

mesmas variações da CURB1. Como a maioria das vias estão em direção ao canal, e se dispõem diagonalmente às curvas de nível, a velocidade de escoamento é diminuída.

A CURB3 se caracteriza pelo traçado regular, mas com quadras de tamanhos variados (maiores frentes de quarteirão variam de 55 a 200m) ou com direção em perpendicular às outras. Apresenta declividade variando entre plano, suave ondulado, ondulado e forte ondulada. Embora a maioria das vias esteja no sentido da declividade, a velocidade das águas pluviais fica diminuída pelas trocas de direção devido às diferentes configurações das quadras.

A CURB4 apresenta um traçado com padrão diferente comparado às demais e quadras com tamanhos e formatos muito variados (maiores frentes de quarteirão de cada quadra com variação de 53 a 210m). Apresenta as maiores áreas forte ondulada. Tem a maioria das vias no sentido da declividade, mas a velocidade de escoamento pode ficar diminuída em alguns pontos pelas trocas de direção devido às diferentes configurações das quadras.

Figura 6. Cartograma de quadras da bacia e entorno com curvas de nível



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

Para uma aproximação em relação à ocupação do solo, a utilização do “mapa de Nolli” permite a análise de cheios e vazios, distinguindo, em princípio as áreas ocupadas com edificações das não

ocupadas. Parte das não ocupadas integra os lotes dos imóveis e uma parte maior os espaços públicos. As áreas não ocupadas se encontram principalmente nas margens do canal e onde passam as linhas de transmissão de energia elétrica (Figura 7). em relação à ocupação do solo, a CURB1 é caracterizada por ter menos quadras e grandes vazios nas quadras maiores e menores. Na CURB2 a ocupação do solo é maior, com muitas quadras e lotes ocupados em sua totalidade. A CURB3 apresenta o solo urbano com a maior ocupação, com menos vazios dentro dos lotes. Na CURB5 são recorrentes os vazios urbanos e as condições de ocupação do solo variam por quadra.

Figura 7. Cartograma de cheios e vazios da bacia e entorno



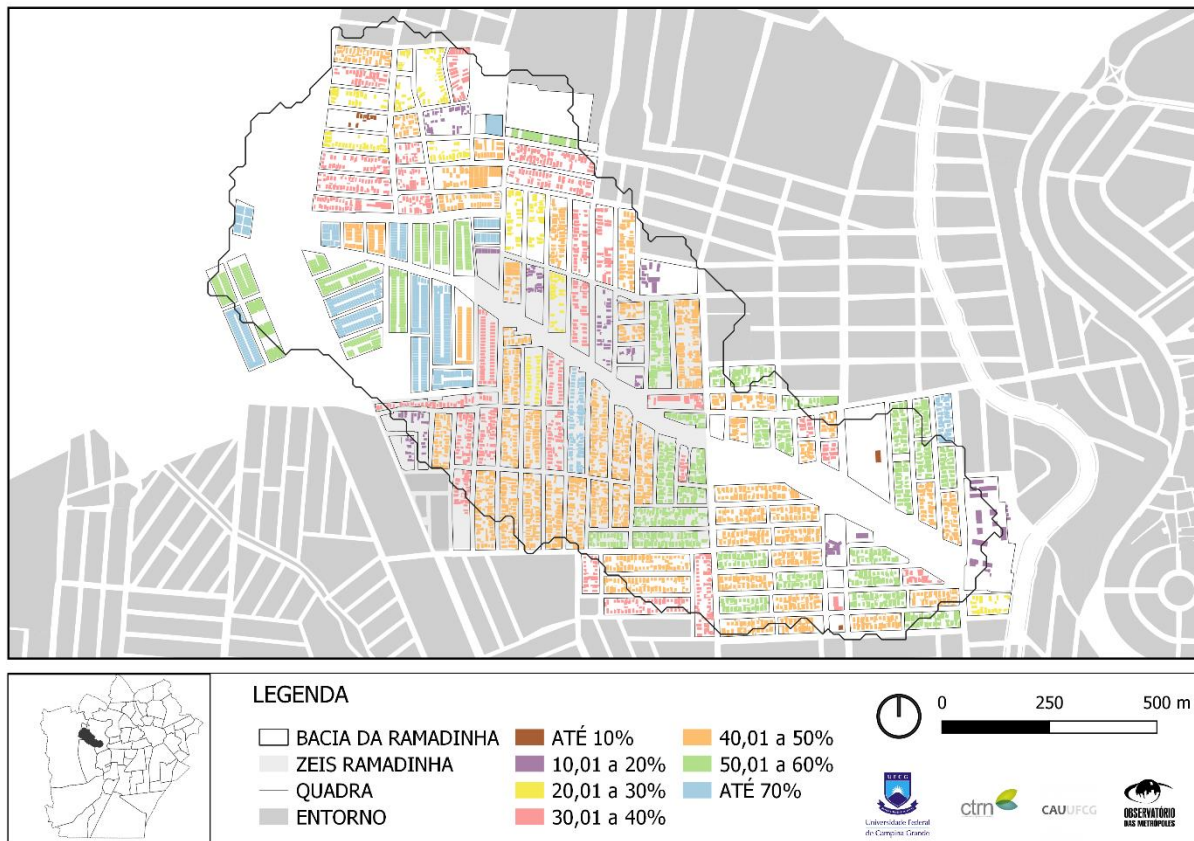
Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011). Elaborado pelos autores (2020)

A área é caracterizada por percentuais de ocupações do solo variados ao longo de todo o canal (Figura 8). A CURB1 possui uma média de ocupação de 43%. A CURB2 apresenta percentuais de ocupação variação de 40,01 a 50%. A CURB3 apresenta percentuais de ocupação variando principalmente de 50,01 a 70%. Na CURB5 os percentuais de ocupação têm uma média de cerca de 33%.

A Lei Municipal nº. 4.806/2009 de Campina Grande, que trata das ZEIS determina como sendo 10 % a taxa de solo permeável para cada terreno, nesse caso, seria possível 90% da ocupação do lote.

As áreas que não estão na ZEIS estão, segundo o Plano Diretor Municipal (Lei Complementar nº 003/2006) em Zona de Recuperação Urbana, sendo a taxa de ocupação máxima para este caso, definida no Códigos de Obras (Lei Municipal nº 5410/2013) é de 60% e a taxa de permeabilidade de 20%. É preciso então atentar aos agrupamentos de lotes, fora da delimitação da ZEIS, com percentuais de ocupação maiores que 60%, pois o conforto e a salubridade ambientais e a qualidade de vida dos moradores podem ser comprometidos pelo adensamento excessivo e resultar em problemas, também, para a drenagem.

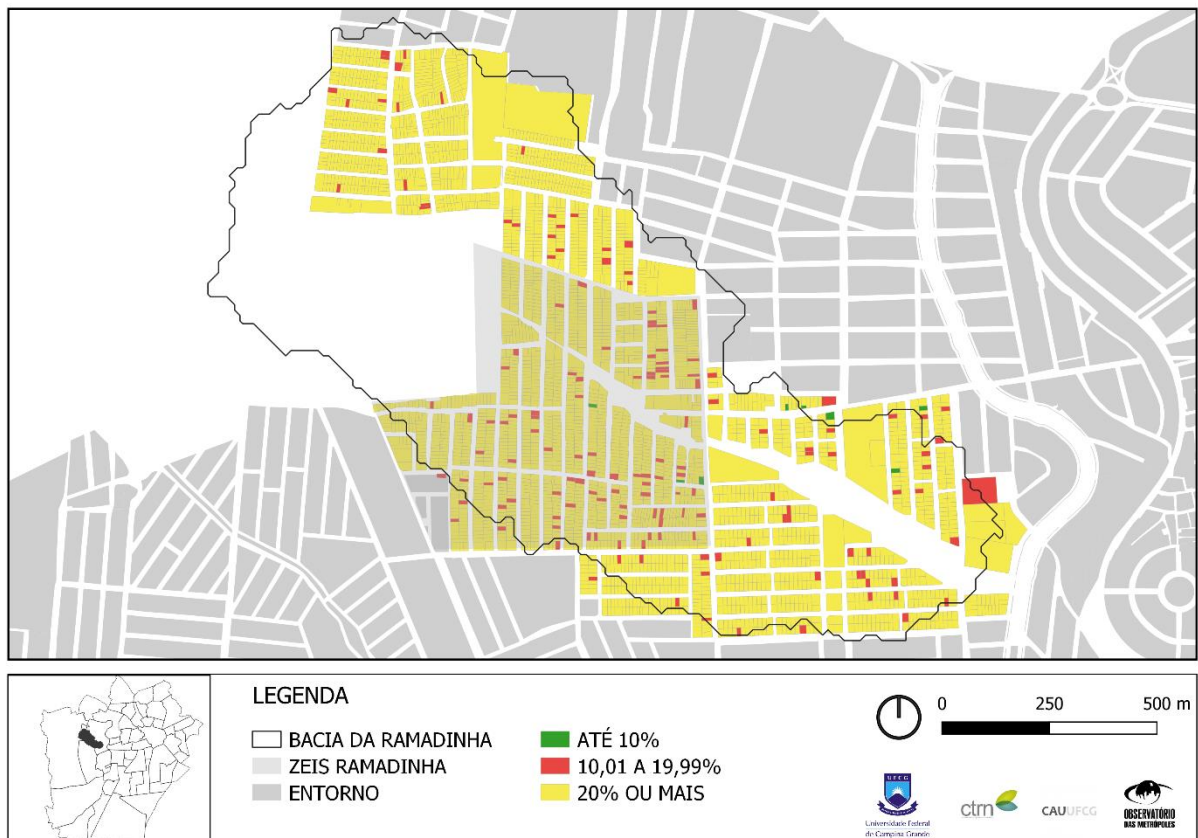
Figura 8. Cartograma de percentual de ocupação por quadra da bacia



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

As CURBS 1 e 4 apresentam 5,32 e 3,27% dos seus lotes, respectivamente, com percentual de permeabilidade abaixo dos 20%. Na área da ZEIS, CURB2, em 0,21% dos seus lotes tem a área permeável abaixo de 10%. Ao todo 2,52% dos lotes totais da bacia estão em desacordo com as normas. Esse valor poderia ser maior, visto que as fontes desses dados são antigas e não trazem informações sobre a CURB3, que como visto anteriormente, é a que apresenta maior percentual de ocupação (Figura 9).

Figura 9. Cartograma de percentual de permeabilidade da bacia

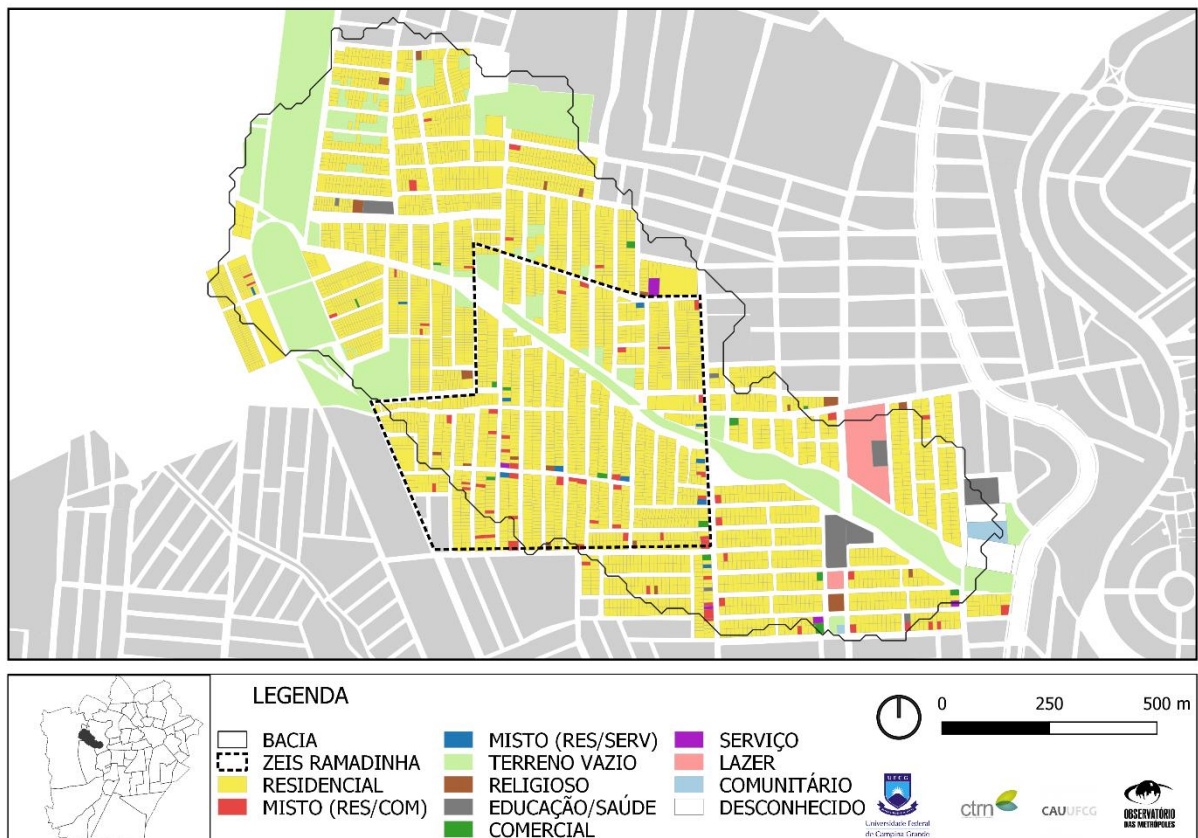


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2014), Souza (2015). Elaborado pelos autores (2020)

Em relação ao uso, a área objeto de estudo é predominantemente residencial (aproximadamente 56 % da área total da bacia). Cerca de 9% da área total da bacia correspondente a terrenos vazios de uso comum e 7,5 % de lotes particulares (Figura 10). O uso misto está disperso em toda área de estudo e corresponde a cerca de 2% da área total, com maior concentração na CURB2. Ele é prioritariamente de edificações residenciais com comércio. Também há o uso religioso, presente pontualmente por toda área da bacia, mas, assim como os usos apenas de comércio e apenas de serviços, corresponde a menos de 1% da área total da bacia. O uso por escolas e UBS é encontrado principalmente nas bordas, aumentando o deslocamento pelos moradores da área e se somado aos usos comunitários de lazer, que juntos correspondem ao uso institucional, correspondem a cerca de 3% da área total. As CURBS 1 e 2 apresentam maior variedade de usos. A rua Florípedes Coutinho, uma via coletora que divide as duas CURBS, apresenta essa mesma condição.



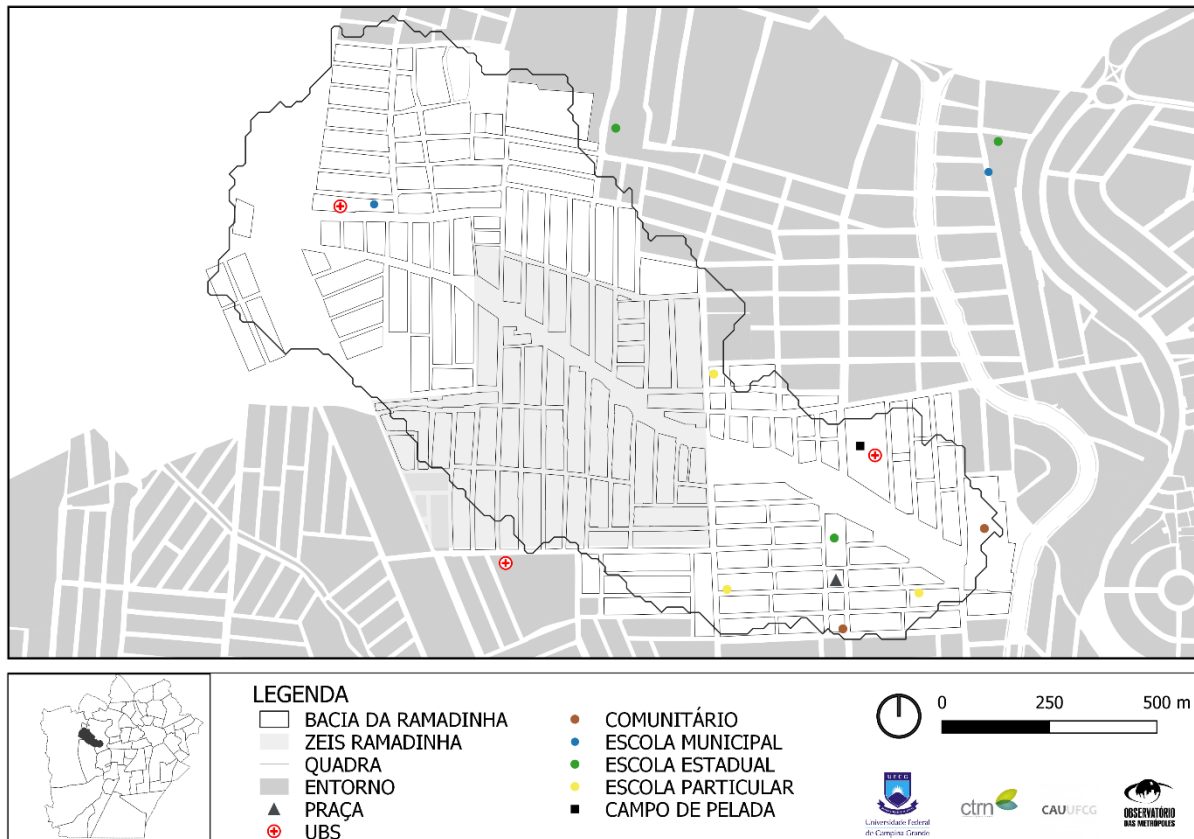
Figura 10. Cartograma de uso do solo da bacia



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

A CURB1 se destaca por ter a maioria dos equipamentos da área da bacia. Na área da bacia da Ramadilha e entorno existem equipamentos de saúde e educação, sendo eles a UBS João Rique, UBS Ramadilha e UBS Hindemburgo Nunes, Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Severino Cabral, Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Itan Pereira, Escola Estadual de Ensino Fundamental e Médio Ademar Veloso Silveira, Escola Municipal de Ensino Fundamental Ageu Genuino da Silva e Escola Municipal de Ensino Fundamental Padre Antônio, além de três escolas particulares e equipamentos comunitários, Sociedade dos Amigos do Bairro (SAB) e centro de zoonoses (Figura 11). Não foram levantadas as capacidades de atendimento desses equipamentos, tendo em vista as prioridades da pesquisa.

Figura 11. Cartograma de Equipamentos da bacia e entorno

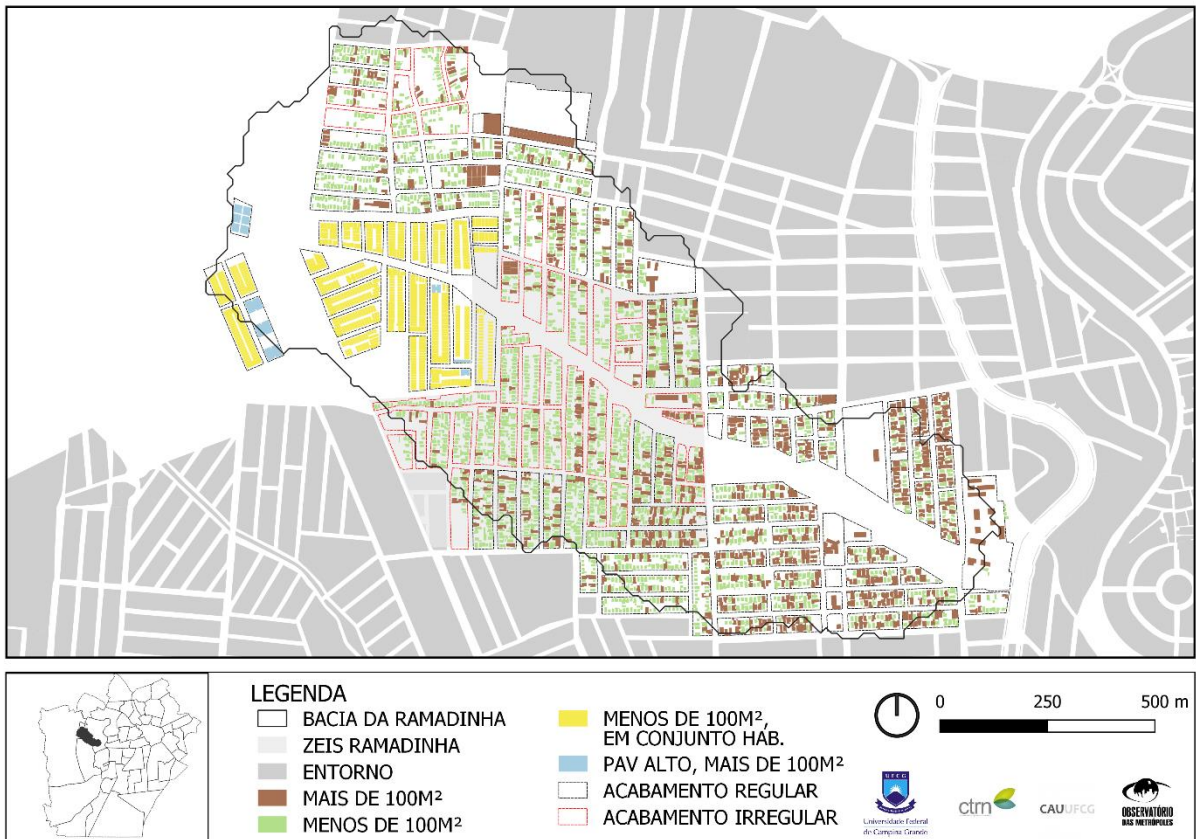


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), Google Earth (2020). Elaborado pelos autores (2020)

A única praça existente foi inaugurada em 2018, contando com piso intertravado, iluminação, academia popular, bancos e lixeiras. Também existem campo de “pelada” improvisado em uma área não ocupada e terrenos vazios com potencial para o uso de lazer. Pelos objetivos e limitações dessa pesquisa, não foram verificadas as condições fundiárias e proprietários desses terrenos. Outros equipamentos de lazer com mobiliário e conservação mais próximos da área estão a mais de 1000 m de distância

A área da bacia é caracterizada por diferentes tipos habitacionais e todas as edificações são de materiais duráveis (Figura 12). Na CURB1 predominam as edificações com mais de 100m<sup>2</sup> e acabamento regular. Nas CURBS 2 e 4 a maioria das edificações tem menos de 100m<sup>2</sup>, com os acabamentos variando entre as quadras. Na CURB3 há um agrupamento de edificações térreas, de menos de 100m<sup>2</sup>, construídas com materiais duráveis e acabamento regular, configurando um padrão. Nessa área também existem 12 prédios de pavimentos altos.

Figura 12. Tipologias das edificações da bacia



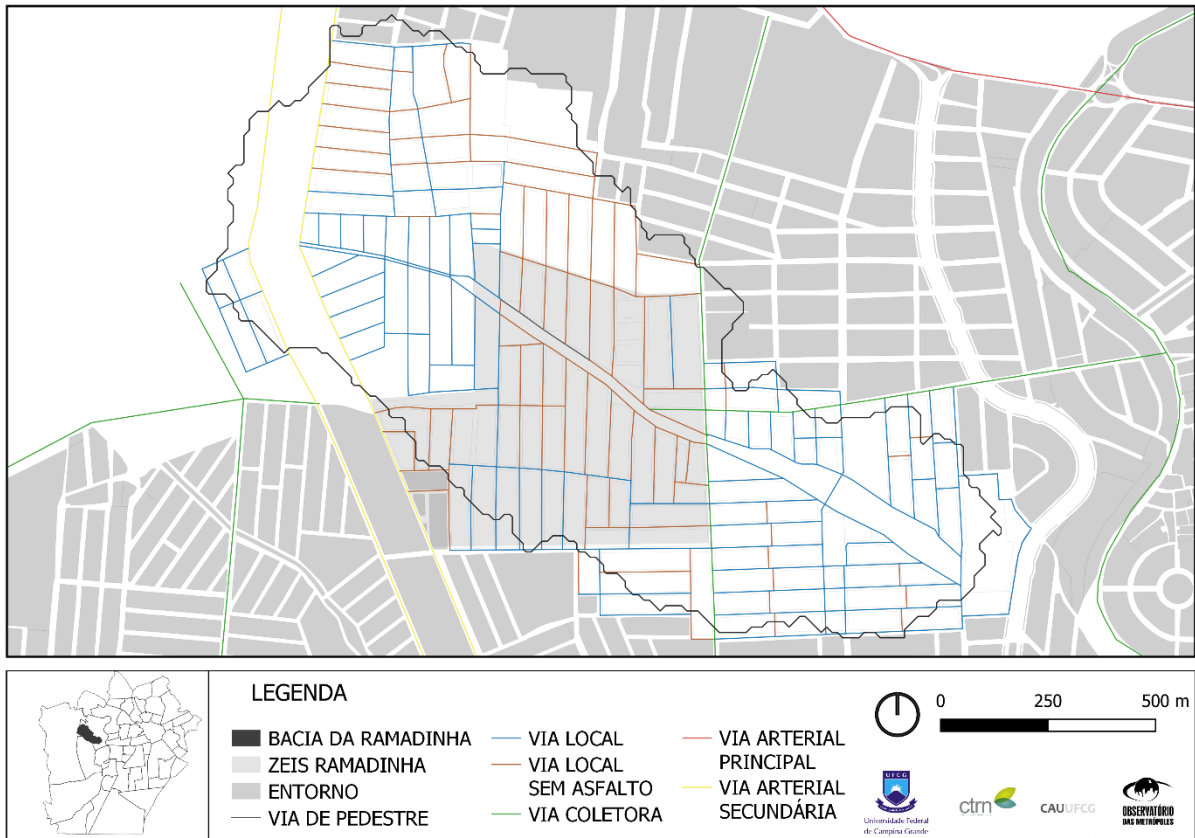
Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), Google Earth (2020). Elaborado pelos autores (2020)

### 2.3. As infraestruturas viárias, a mobilidade urbana e os transportes públicos

Em relação à hierarquia viária se destacam na área, 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 (Figura 13).

As vias locais da CURB1 são, em sua maioria, pavimentadas (cerca de 83%), sendo de terra apenas as vias menores, de cerca de 40m. Na CURB2, são muitos os trechos de vias não pavimentadas (cerca de 71%). Na CURB3 todas as vias locais são calçadas e na CURB5 há muitos trechos de via sem pavimentação (cerca de 74 %), principalmente por ser um local com muitos vazios. Não foram identificados becos e apenas uma via, foi considerada como exclusiva para pedestre visto que é de vegetação rasteira e ao redor existe uma cerca de arame farpado. A via com menor largura apresenta mais de 3,5m, podendo ser acessada por automóvel pois segundo o Manual de Projetos Geométricos de Travessias Urbanas (BRASIL, 2010) a largura total de ônibus e caminhão convencional é de 2,6m.

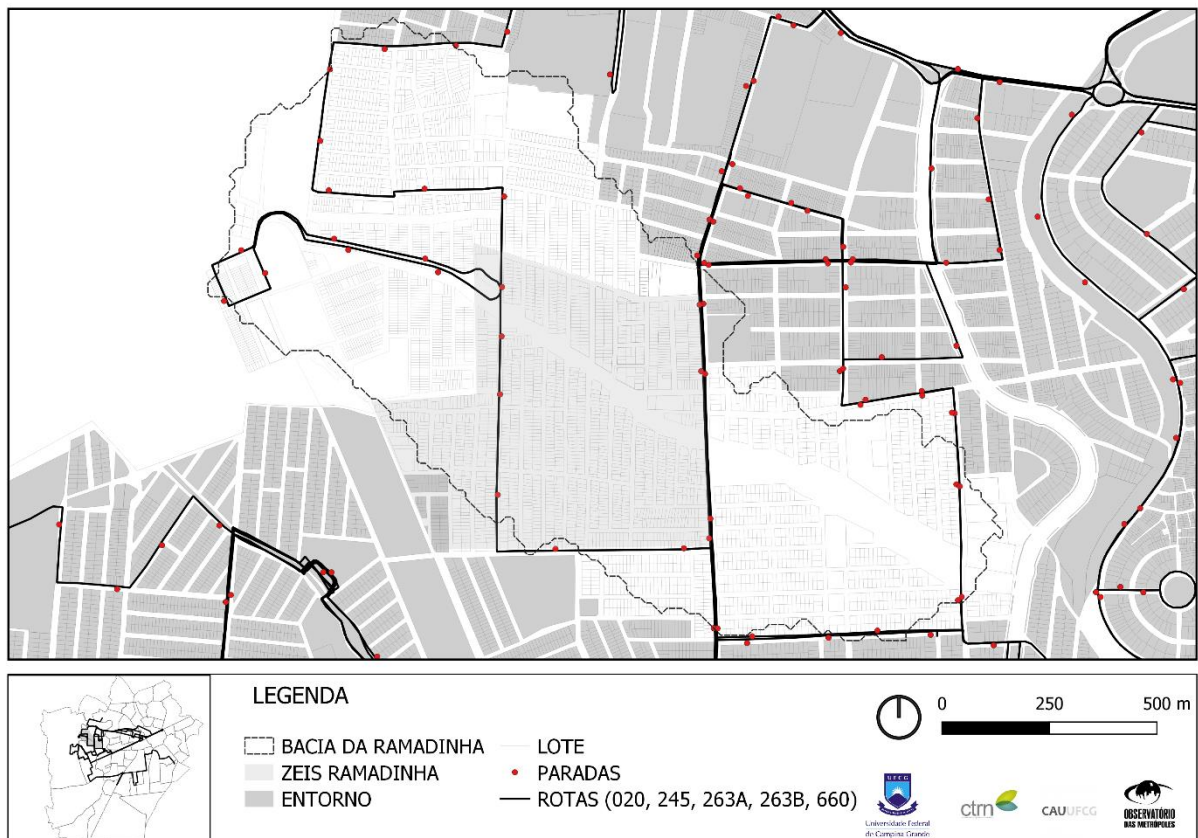
Figura 13. Tipos de vias da bacia e entorno



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

A área da Bacia da Ramadinhá é atendida por cinco linhas de ônibus que passam por diversos pontos da área incluindo o contorno de áreas da ZEIS, sendo elas as linhas 020, 245, 263A, 263B e 660, que ligam a área a diversos bairros da cidade, incluindo a área onde as famílias foram reassentadas e ao terminal de integração (Figura 14). Além disso, existem outras linhas e pontos em seu entorno. Um ponto a ser destacado é a falta de sinalização, não sendo encontrado placas nem faixas de pedestre em nenhum ponto da área da bacia. As linhas e pontos de ônibus coincidem, em alguns pontos com as vias coletoras, bem como os comércios e serviços da área.

Figura 14. Cartograma de rotas e paradas de ônibus da bacia da Ramadinha e entorno

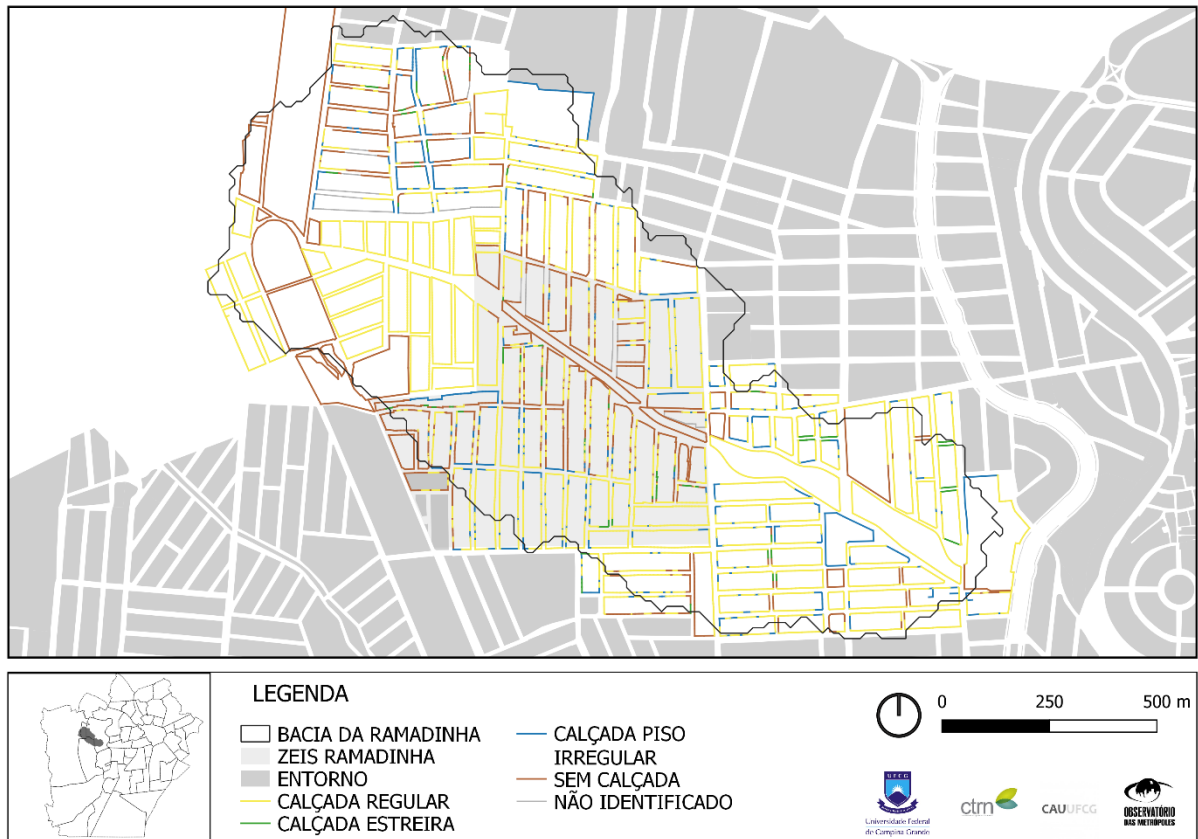


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), STTP (2020). Elaborado pelos autores (2020)

O Plano de Mobilidade de Campina Grande (Lei Complementar nº 004/2015), em seu artigo 26 define que a faixa de circulação livre das calçadas deve ser de 1,2m e que estas devem ter superfície regular, firme, estável e antiderrapante.

Quanto à mobilidade de pedestres, a CURB1 apresenta, no geral, calçadas regulares, com dimensões e pavimentação seguindo o indicado em norma. Vias menores e lotes de esquina apresentam mais irregularidade. Os trechos não adequados somam cerca de 21,55% do total (Figura 15). A área da ZEIS Ramadinha, CURB2, apresenta uma situação crítica pela falta de calçadas, piso irregular e largura inadequadas (53,6% do total). A CURB3 é toda calçada, com piso regular e tamanho adequado. Já a CURB5 é caracterizado pela falta ou irregularidade das calçadas, que correspondem a 62,7% do total.

Figura 15. Cartograma de calçadas da bacia

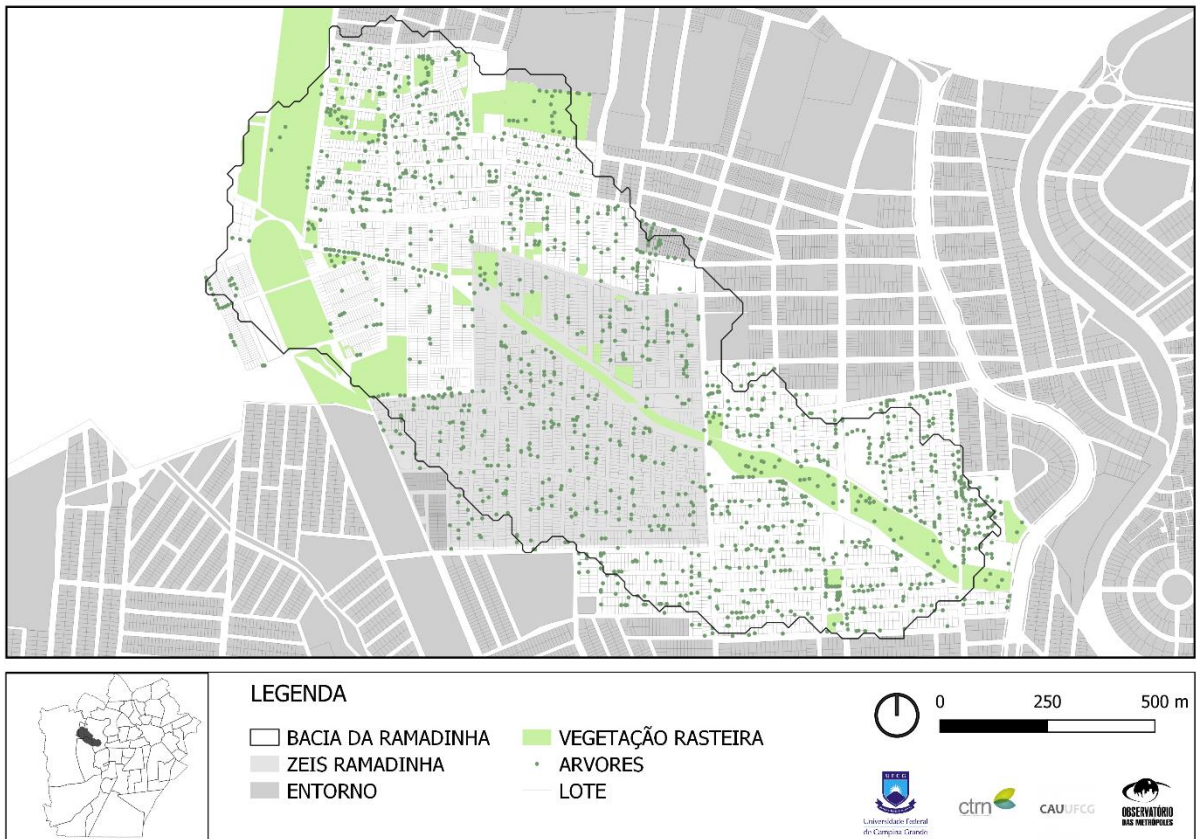


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), Google Maps (2020). Elaborado pelos autores (2020)

Por toda a sub-bacia do Canal da Ramadinha, as árvores, lixeiras e postes de energia estão localizados nas calçadas de forma inadequada, constituindo-se, assim, em obstáculos para os deslocamentos dos pedestres, mesmo nas regulares, que são as que possuem as melhores condições de acessibilidade.

A CURB1 é no bem arborizada totalmente (cerca de 43% das árvores da bacia). Na CURB2 a arborização é menor (cerca de 22% das árvores da bacia), e encontrada principalmente nos quintais das edificações. Na CURB3 a arborização é pontual e espalhada (cerca de 8 % do total). Já a CURB5 a arborização é principalmente nos terrenos vazios (com cerca de 27% das árvores da bacia). Há vegetação rasteira nos vazios (Figura 16).

Figura 16. Cartograma de arborização da bacia

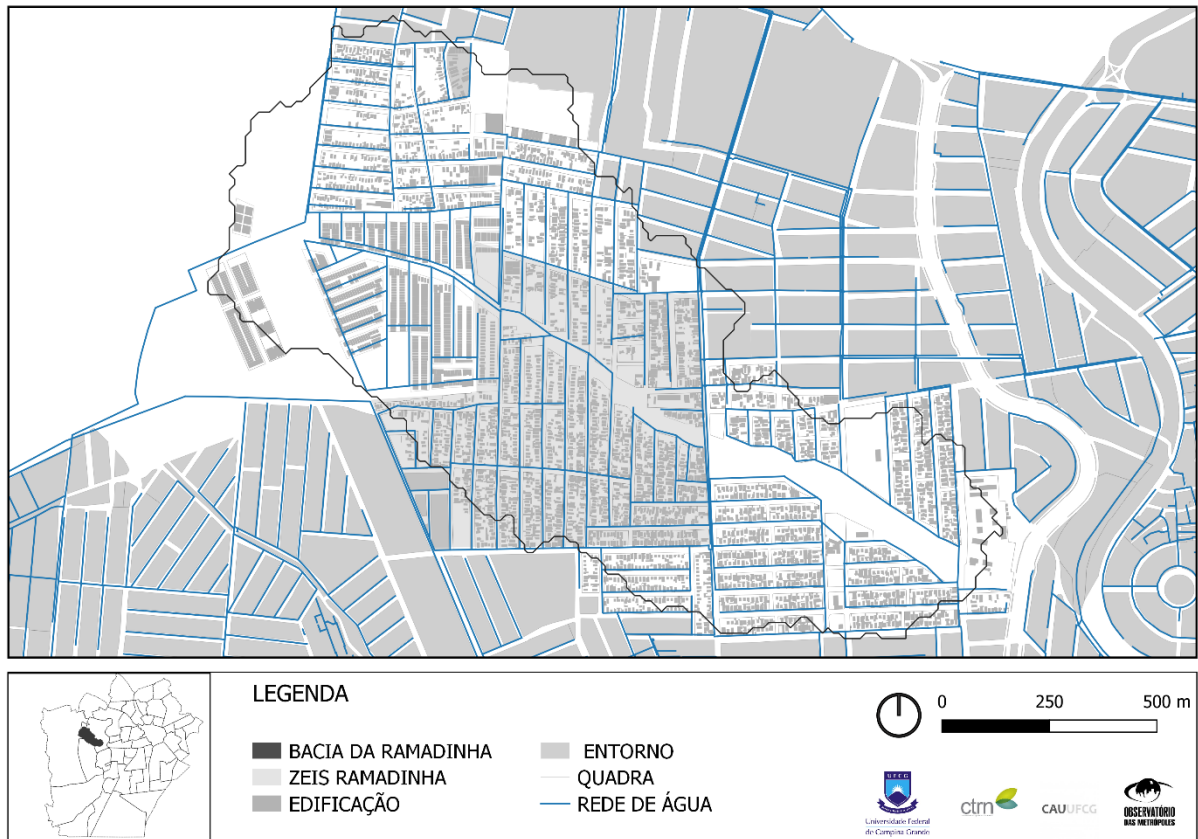


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), Google Earth (2020). Elaborado pelos autores (2020)

#### 2.4. As infraestruturas e serviços urbanos de saneamento ambiental

Em relação a rede de abastecimento de água, as edificações situadas em trechos de uma quadra da CURB1, duas quadras no norte da CURB2 e as edificações das quadras mais a oeste da CURB3 não são abrangidas, porém, essas últimas são de construção mais recente (Figura 17).

Figura 17. Cartograma de rede de água da bacia e entorno

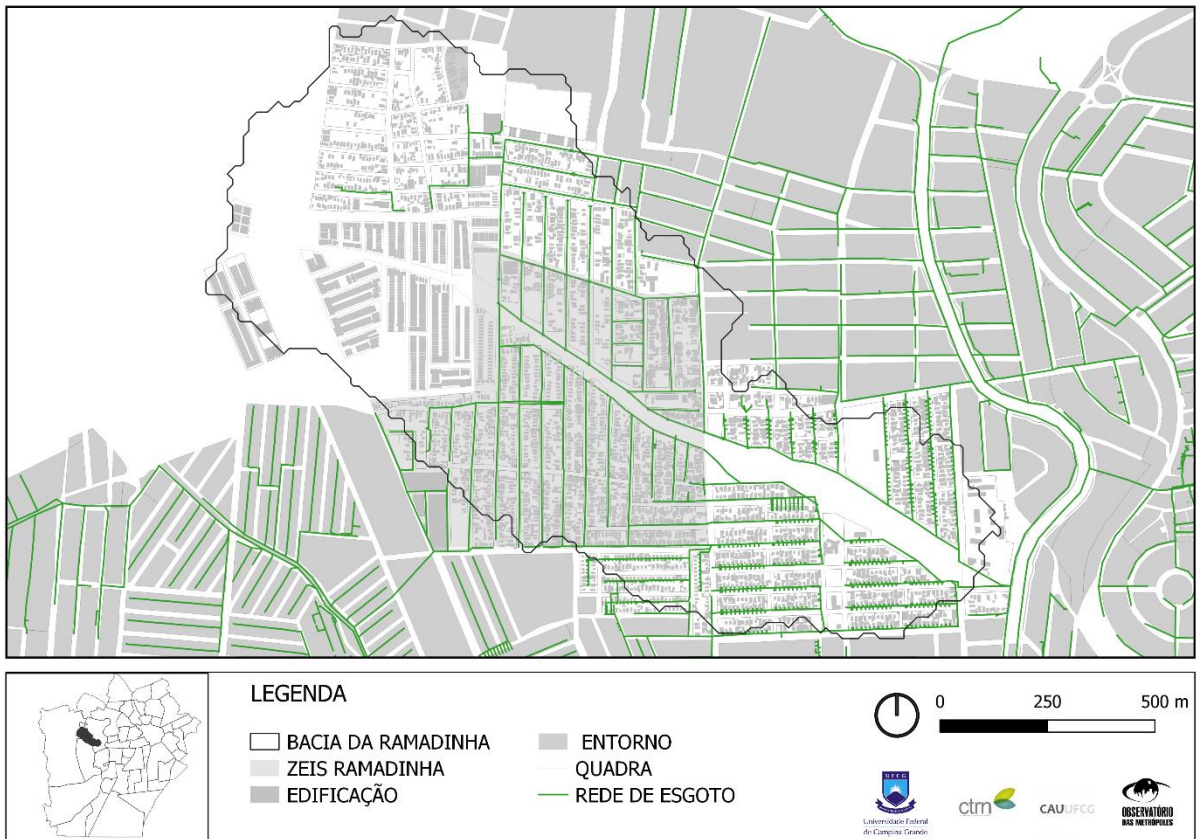


Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), CAGEPA (2013). Elaborado pelos autores (2021)

Não há dados consistentes em relação às CURBS 3 e 4 relacionados as redes de esgoto e os elementos de drenagem, assim como, também não é possível confirmar que as informações das CURBS 1 e 2 estejam, atualmente, compatíveis com o que está mapeado. Na CURB1 as edificações de 3 quadras inteiras não estão conectadas a rede de esgoto, além disso, nas CURBS 1 e 2 existem quadras que, em parte, não estão ligadas a rede Figura 18.



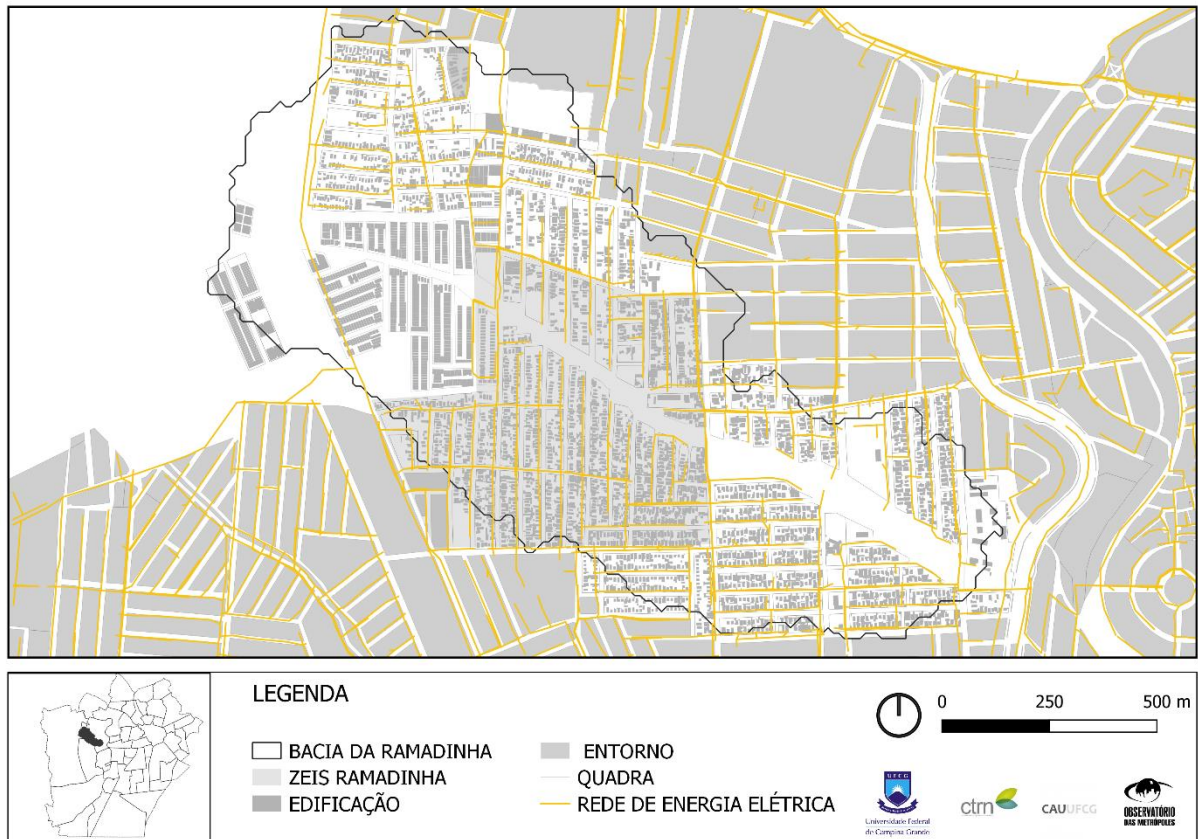
Figura 18. Cartograma de rede de esgoto da bacia e entorno



Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011) (2017), CAGEPA (2013). Elaborado pelos autores (2021)

Todas as quadras das CURBS 1, 2 e 4 são conectadas à rede de energia elétricas. Existem, porém, trechos de quadras, e consequentemente edificações, nas CURBS 2 e 4 que não estão ligadas a rede. Não há dados referente à CURB3 (Figura 19).

Figura 19. Cartograma de rede de energia elétrica da bacia e entorno



Fonte: Base cartográfica: Seplan (2011), Energisa (2013). Elaborado pelos autores (2021)

## 2.5. A ZEIS e o Aglomerado Subnormal da Ramadinha

A bacia da Ramadinha tem em sua área a ZEIS Invasão Ramadinha II, que possui como características, condições precárias de moradia, carência de infraestrutura urbana e equipamentos sociais, e ocupação de áreas de risco de enchentes (SANTOS, 2021). Ela é integrada por 1.884 domicílios, onde residem 5652 pessoas (IBGE, 2010). Há na área da ZEIS um aglomerado subnormal que se caracteriza por um padrão urbanístico irregular, com carência de serviços públicos essenciais e localização em áreas com restrição à ocupação, ele apresenta 829 domicílios e 3316 pessoas (IBGE, 2019).

Na área da bacia as ações se concentraram no canal da Ramadinha e seu entorno, assim, apenas parte da ZEIS que coincide com a bacia recebeu intervenção. Nessa área ocorreram, segundo as indicações contidas no escopo dos serviços, serviços preliminares; terraplanagem; aquisição e desapropriação de terrenos; abastecimento de água; esgotamento sanitário; energia elétrica/iluminação; pavimentação e obras viárias, drenagem superficial e calçadas; micro e macro drenagem pluvial; trabalho social.

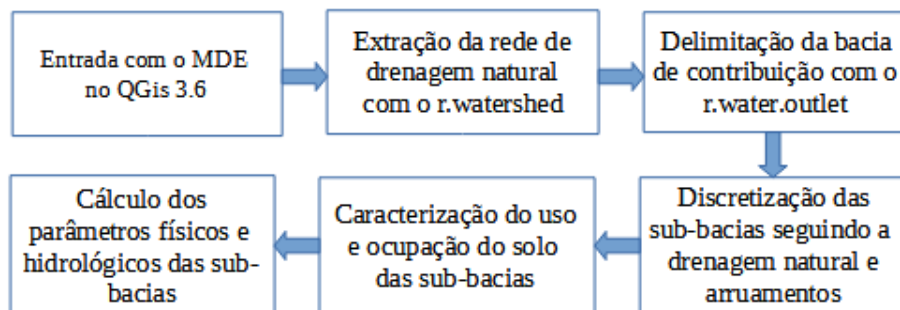
## PARTE III | AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE DRENAGEM DA BACIA

### 3.1 Modelagem hidráulico-hidrológica

#### 3.1.1 Modelagem com o HEC-RAS

A delimitação da Bacia da Ramadinha foi uma etapa preliminar à modelagem hidrológica e hidráulica, realizada através do software livre QGIS 3.6 utilizando o programa r.watershed para criação da bacia hidrográfica a partir do MDE, que representa as altitudes da superfície topográfica e elementos geográficos existentes sobre ela, com resolução de 10x10m como dado de entrada. Em seguida, utilizou-se o programa r.water.outlet que gera a rede de drenagem natural a partir das bacias delimitadas, com o fim do canal indicado como exutório da rede manualmente. O fluxograma seguido é ilustrado na Figura 20.

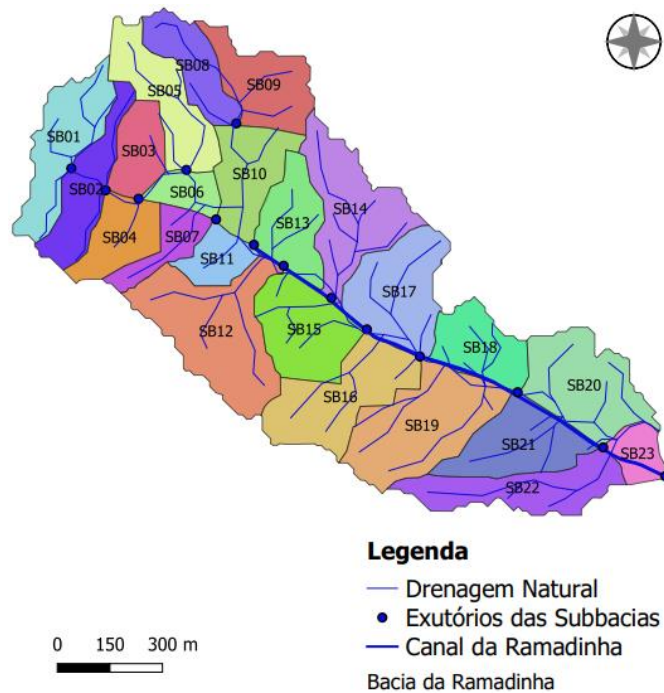
Figura 20. Fluxograma para delimitação e caracterização da bacia



Fonte: Autoria própria (2021)

A bacia possui 128 hectares de área e foi discretizada em 23 sub-bacias (Figura 21). A discretização considerou como critérios: a rede natural de drenagem, a declividade do terreno, pontos favoráveis a alagamentos, presença de passarelas e bueiros ao longo do canal e os arruamentos, uma vez que a microdrenagem na área de estudo é majoritariamente superficial. Dessa forma, os exutórios das sub-bacias constituíram-se como pontos de interesse para verificação da magnitude das vazões máximas escoadas, posteriormente. Embora o processo de discretização tenha interferência da parcialidade do modelador, buscou-se seguir as prerrogativas já seguidas pelos profissionais da área, subdividindo-se lateralmente as contribuições ao longo do curso d'água canalizado, por exemplo.

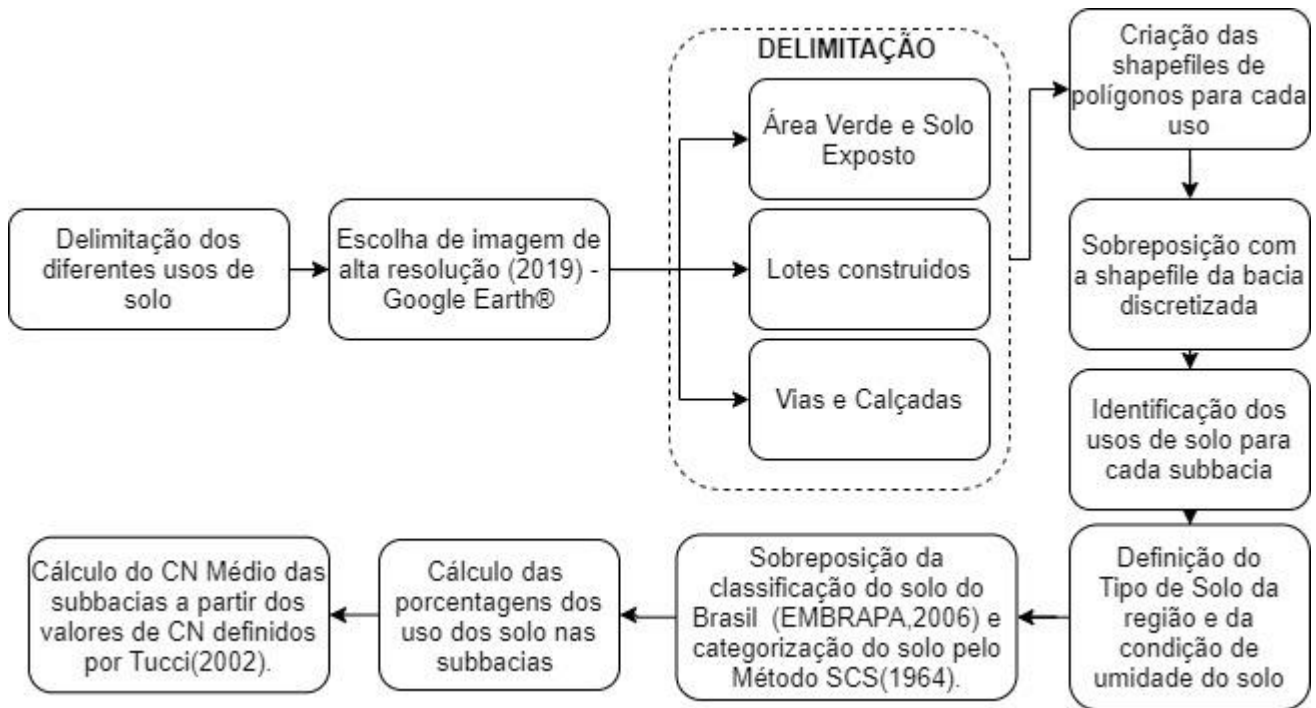
Figura 21. Discretização da Bacia da Ramadinha



A ocupação do solo durante o processo de urbanização relaciona-se diretamente com o aumento da impermeabilização e redução da infiltração do solo, e implica na sobrecarga do sistema de drenagem urbana. Para separação do escoamento superficial utilizou-se o método SCS, sendo realizada a caracterização do uso e ocupação do solo da Bacia da Ramadinha, através da observação detalhada de imagens do Google Earth e do Street View, alternativa viável para as dimensões da bacia de estudo. Utilizou-se o software Qgis na versão 3.6 para delimitar os polígonos com as áreas para cada tipo de uso do solo classificado (áreas verdes, solo exposto, lotes construídos, vias e calçadas) e planilhas Excel para ponderação de cada tipo de uso por sub-bacia e cálculo do parâmetro CN, que reflete as propriedades de infiltração da superfície do solo.

Para o estudo, o solo da bacia foi considerado, em sua totalidade, como do grupo B pela sobreposição da categorização de solos definidos pelo SCS (1964) com a classificação do solo do Brasil realizada pela Embrapa (2006) e adotou-se a condição de umidade II (solo medianamente úmido), usualmente utilizada para estimativa da precipitação efetiva nas aplicações de projeto (SCS, 1986). Optou-se pelo método SCS na pesquisa devido à simplicidade dos parâmetros, adequação à escala do projeto, consolidação e aceitabilidade em órgãos gestores nacionais e internacionalmente, além da disponibilidade de aplicação na maior parte dos softwares hidrológicos. As etapas seguidas são ilustradas na Figura 22.

Figura 22. Fluxograma para caracterização do uso do solo da bacia



Fonte: Autoria própria (2021)

Na Figura 23 é ilustrado o CN médio para cada sub-bacia. É possível observar os altos níveis de impermeabilização da bacia, sobretudo nas áreas adjacentes ao curso d'água canalizado, que é mais fortemente urbanizada, com presença maior de áreas verdes e de solo exposto nas áreas mais afastadas a montante do canal.

Figura 23. Caracterização do uso do solo da bacia pelo CN médio



Santos et al. (2017) apontaram a presença de diversas residências em desacordo com Código de Obras do Município de Campina Grande, que estipula uma área permeável mínima de 20% por lote construído (PMCG, 2013) como uma realidade comum no município, e a área de estudo desta pesquisa não é uma exceção. Alves et al. (2020) observaram o impacto nas modificações do uso do solo urbano no escoamento superficial na Bacia da Ramadinha, onde um aumento de 55% na área urbanizada entre os anos de 1986 e 2019 implicaram no aumento da vazão de cheia de 466%, 316% e 218% para os eventos de projeto de TR = 2 anos, 5 anos e 25 anos, respectivamente.

As chuvas de projeto foram geradas a partir da curva Intensidade-Duração-Frequência, curva IDF (Equação 1) obtida por Aragão et al. (2000), que utilizou uma série pluviométrica de 1966 a 1989 para determinar os parâmetros adimensionais para cidade de Campina Grande.

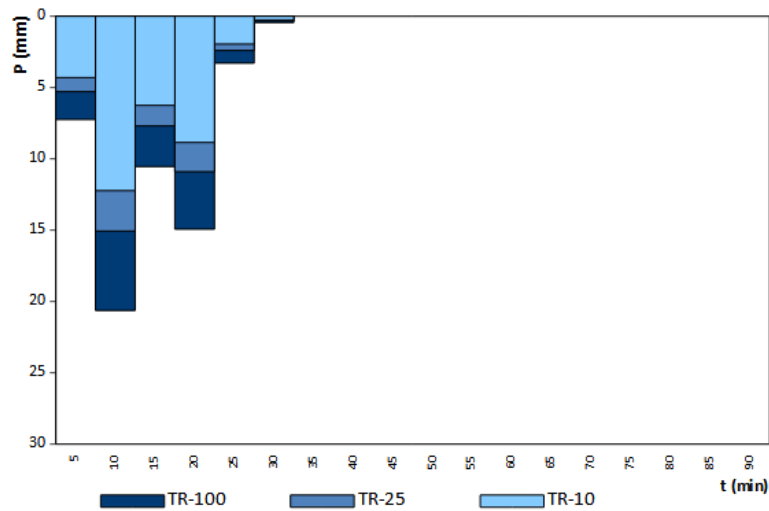
$$i(\text{mm/h}) = \frac{334 T^{0,227}}{(t+5)^{0,596}} \quad (1)$$

onde:  $i$  = intensidade da chuva (mm/h);  $T$  = período de retorno (anos);  $t$  = duração da chuva (minutos).

Adotou-se a duração de 30 minutos, que corresponde ao tempo de concentração da Bacia da Ramadinha, como recomendado na literatura de drenagem urbana. Uma vez que a chuva não ocorre de maneira constante, para desagregação temporal dos eventos optou-se por considerar o padrão de distribuição da precipitação ao longo do evento crítico observado no dia 21/01/2020 (CEMADEN, 2020), com lâmina total de 52 mm e duração de 1 hora, que corresponde a uma tormenta com TR=25 anos e provocou inúmeros alagamentos e inundações no município.

Os tempos de retorno de TR = 10 anos, TR = 25 anos e TR = 100 anos foram selecionados de acordo com as recomendações encontradas nos manuais de drenagem urbana para micro e macrodrenagem (DAEE/CETESB,1980; SUDERHSA, 2002), com o objetivo de analisar a capacidade da estrutura hidráulica para eventos de diferentes magnitudes. Os hietogramas obtidos (Figura 24) através dos valores de precipitação apresentados na Tabela 2 foram inseridos posteriormente no modelo HEC-HMS para simulação dos eventos chuvosos, sendo monitorados por um período de 1h30, uma vez que o tempo de precipitação não é necessariamente igual ao tempo de escoamento, devido a interferências como a morfologia da bacia.

Figura 24. Hietogramas para os eventos com TR = 10, TR = 25 e TR = 100 anos



Fonte: Autoria própria (2020).

Tabela 2. Dados Pluviométricos dos eventos de projeto

Chuva de Projeto			Chuva Observada		
t(min)	TR=10	TR=25	TR=100	t(min)	P(mm)
5	4.30	5.29	7.24	10	6.6
10	12.23	15.06	20.63	20	18.8
15	6.25	7.69	10.54	30	9.6
20	8.85	10.90	14.93	40	13.6
25	1.95	2.40	3.29	50	3
30	0.26	0.32	0.44	60	0.4
<b>Ptotal (mm)</b>	<b>33.84</b>	<b>41.665</b>	<b>57.075</b>	<b>Ptotal (mm)</b>	<b>52,0</b>

Fonte: Autoria própria (2020)

Utilizando-se o modelo hidrológico HEC-HMS na sua versão 4.6 foi realizada a configuração dos elementos característicos da bacia (sub-bacias, trechos de canal e nós de simulação) e inseriu-se os parâmetros físicos de cada sub-bacia, como área, CN, Lag time, comprimento dos trechos do canal, dentre outros. O modelo HEC-HMS oferece a possibilidade de uso de diversos modelos no seu escopo para transformação chuva-vazão e simulação da propagação de cheia ao longo do curso d'água. Para esta pesquisa selecionou-se o Método SCS para separação do escoamento superficial, como já citado anteriormente, e o Método de Muskingum para consideração do amortecimento da onda de cheia. A precipitação foi inserida no modelo através de hietogramas obtidos a partir da curva IDF. Na

Tabela 3 são apresentados todos os parâmetros de entrada necessários para simulação, que foram calculados com auxílio da ferramenta Qgis 3.6 e planilhas Excel.

Para escolha do método de cálculo do tempo de concentração, considerou-se a recomendação feita na literatura para bacias hidrográficas urbanas, que é de que o tempo de concentração seja calculado pelo método cinemático, com base no comprimento do trecho e da velocidade de escoamento. A velocidade sendo estimada com base na declividade e tipo de revestimento do canal.

$$tc = \frac{L}{60 * v} + td \quad (2)$$

onde: tc = tempo de concentração (min), L = comprimento do trecho (m), v = velocidade de escoamento (m/s) e td = tempo difuso (decorrido entre o início da chuva e a entrada do escoamento nos canais da macrodrenagem, em min).

Tabela 3. Dados de Entrada da Modelagem Hidrológica

DADOS DE ENTRADA	UND
Área (A)	Km <sup>2</sup>
CN-Curva Número	-
Tempo de concentração (tc)	Min.
Comprimento de Talvegue (L)	Km
Tempo de Translado	Min.
Lag time	Min.

Fonte: A autoria própria (2020).

Utilizando o método cinemático, o LAG time de cada sub-bacia, que é o tempo decorrido desde o CG (centro de gravidade) do hietograma até o pico do hidrograma, foi estimado como LAG = 0,6tc. Para os trechos canalizados foram fornecidos parâmetros físicos como comprimento do trecho, declividade de fundo, geometria da seção transversal, e os parâmetros do modelo de propagação de cheia, que neste estudo foram os parâmetros a constante de tempo de trânsito K (em horas) e o fator de ponderação X (adimensional) requeridos no modelo de Muskingum. Os parâmetros relacionam a influência das vazões de entrada e saída de cada trecho no armazenamento promovido por este. Por fim, o comprimento de talvegue, ou seja, o percurso mais longo feito pela água em cada sub-bacia, foi calculado manualmente através do traçado de linhas no Qgis 3.6 considerando os arruamentos para definição. Além disto, considerou-se uma vazão de base inicial de 0,2 m<sup>3</sup>/s/km<sup>2</sup> para as sub-bacias. Nas especificações de controle das simulações, estabeleceu-se o intervalo de tempo a ser simulado de 1h30, ultrapassando a duração de 30 min de evento chuvoso, definido como tempo de controle após realizar testes para verificar o tempo de recessão do hidrograma no exutório da bacia.

A modelagem hidráulica do curso d'água canalizado foi realizada após a modelagem hidrológica da bacia de contribuição do canal, uma vez que os hidrogramas de vazão gerados são o principal dado de entrada para simulação da capacidade de suporte da estrutura de drenagem. Além



dos dados de vazão, foram necessárias as informações da geometria e revestimento do canal de drenagem, bem como o perfil longitudinal com as informações de elevação do terreno para entrada no modelo HEC-RAS versão 5.0.3. Na Tabela 4 apresentam-se os dados informados ao modelo.

Tabela 4. Disponibilidade de dados para modelagem hidráulica

<b>DADOS NECESSÁRIOS</b>	<b>DISPONIBILIDADE</b>	<b>FONTE</b>
Seções transversais	DISPONÍVEL	(GIGOV CAIXA ,2018)
Perfil Longitudinal	INCOMPLETO	(GIGOV CAIXA,2018)
Vazões de projeto em cada seção	DISPONÍVEL	Próprio Autor
Revestimento do canal	DISPONÍVEL	(GIGOV CAIXA,2018)
Perfil topobatimétrico	INDISPONÍVEL	-
Modelo Digital do Terreno (MDE)	DISPONÍVEL	(TSUYUGUCHI, 2015)

Fonte: Autoria própria (2020).

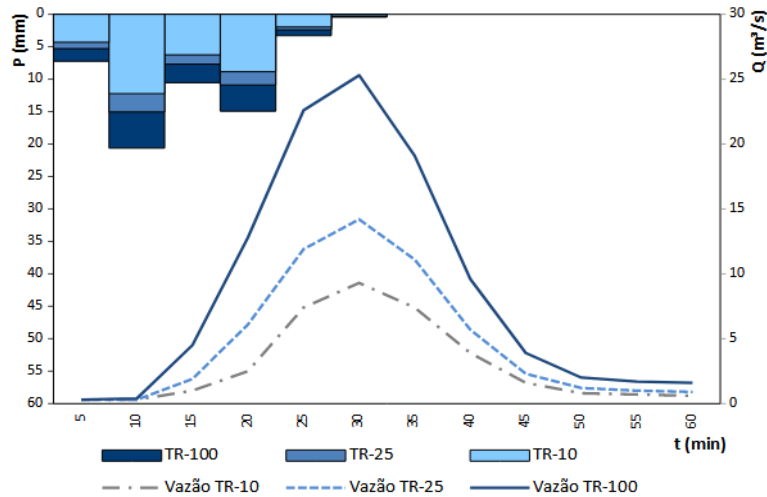
Para sanar indisponibilidade e/ou incompletude de alguns dados necessários à modelagem hidráulica, foi realizada a compatibilização dos dados obtidos com informações georreferenciadas. Este foi o caso do perfil longitudinal e declividade do Canal da Ramadinha, que foram obtidos para o trecho inicial de 580 m de comprimento, sendo admitida a mesma declividade da base para extensão total do canal, que possui 1340 metros com declividade de 1,59%. Apesar das adaptações aportarem incertezas ao modelo, que discutiremos mais adiante, numa realidade de escassez de dados hidráulicos torna-se um artifício que viabiliza a representação e modelagem de um canal próximas ao real.

A primeira etapa realizada no HEC-RAS consistiu na inserção da geometria do canal a partir dos projetos digitalizados. O curso d'água foi subdividido em 15 seções transversais com distância máxima de 120 m entre elas, de modo a informar sinuosidades e mudanças no entorno do canal ao longo do comprimento. O canal construído possui seção transversal constante (2,5 m de altura x 3,0 m de largura) e revestimento de concreto, porém, além da seção do canal, também foram inseridas na geometria as larguras das vias de circulação e áreas verdes que possuem larguras variáveis ao longo do comprimento do canal. Partiu-se do pressuposto de que, em caso de extravasamento do canal, esta área se converteria em uma planície de inundação. Informou-se, juntamente aos dados de geometria no HEC-RAS, o coeficiente de rugosidade de Manning (n) igual a 0,016 para o canal de concreto considerado em condições regulares, e 0,035 para a planície de inundação. Por fim, dadas as características do Canal da Ramadinha e da microbacia, optou-se no HEC-RAS pelo modelo de remanso com escoamento uniforme, adotando-se a profundidade normal como condição de contorno à montante, e a profundidade crítica como condição de contorno à jusante.

A modelagem hidráulica e hidrológica permitiu simular o comportamento hidrológico da Bacia da Ramadinha e a capacidade hidráulica do canal de drenagem, realizada com o pacote HEC para bacias e rios. Para isto, após a delimitação e estudo do uso e ocupação do solo, seguiu-se com o cálculo dos

demais parâmetros de entrada necessários, como comprimento de talvegue, áreas das sub-bacias, tempo de concentração e Lag time, os eventos de projeto para TR = 10, 25 e 100 anos, sendo gerados hidrogramas para todos os nós de simulação no modelo HEC-HMS versão 4.6. Na Figura 25 é mostrado o hidrograma no exutório da bacia, que corresponde ao último nó da simulação e as vazões máximas.

Figura 25: Hidrograma com vazões máximas no exutório da Bacia da Ramadinha



**Vazão máxima no exutório da bacia**

TR=10 anos	TR=25 anos	TR=100 anos
9,3 m <sup>3</sup> /s	14,2 m <sup>3</sup> /s	25,5 m <sup>3</sup> /s

A fim de verificar o comportamento do escoamento das águas no canal, integraram-se as informações de vazões obtidas no HEC-HMS ao modelo hidráulico HEC-RAS, com as informações de revestimento, geometria de seção transversal e perfil longitudinal do canal. Foram inseridas 15 seções transversais ao longo do canal, com espaçamento máximo de 120 metros, com 7 destas posicionadas nos mesmos pontos dos nós de simulação do HEC-HMS. Utilizando-se o modelo de escoamento uniforme, foi inserida a vazão máxima obtida em cada seção/nó do modelo hidrológico para os tempos de retorno de projeto. Na Tabela 5 têm-se as vazões máximas para cada seção inserida no HEC-RAS. O escoamento superficial ao longo do Canal da Ramadinha é ilustrado na Figura 26, onde percebe-se que o nível d'água para todas as seções transversais, mesmo para o evento crítico com TR=100 anos, se mantém abaixo da profundidade crítica definida pelo HEC-RAS, que é de 77,6% da profundidade do canal, e corresponde a uma borda livre do canal de 0,56 m. Na Figura 27 tem-se o perfil longitudinal da lâmina d'água escoada e na Figura 28 a seção transversal no exutório do canal.

Tabela 5. Vazões máximas nos nós de simulação do HEC-HMS

SEÇÃO	TR10	TR25	TR100
15	4.0	6.3	11.4
12	5.8	9.0	16.3
11	6.3	9.3	17.6
9	7.4	11.7	20.6
6	8.3	12.7	22.6
3	9.3	14.2	25.5
1	9.3	14.2	25.5

Figura 26. Lâminas d'água no Canal da Ramadinha para o TR = 100 anos.

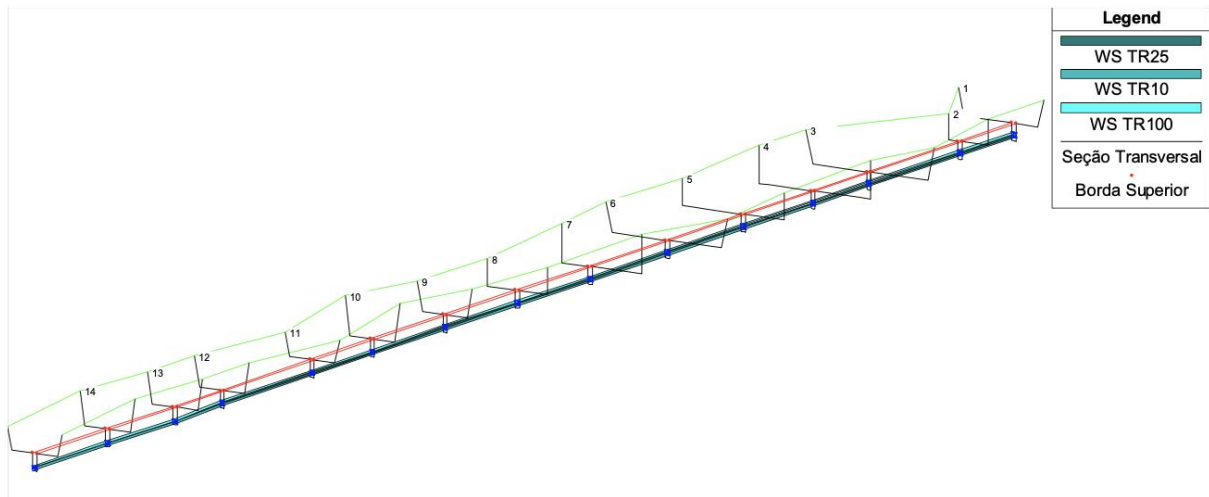


Figura 27. Perfil longitudinal da lâmina d'água no Canal da Ramadinha - TR 100 anos

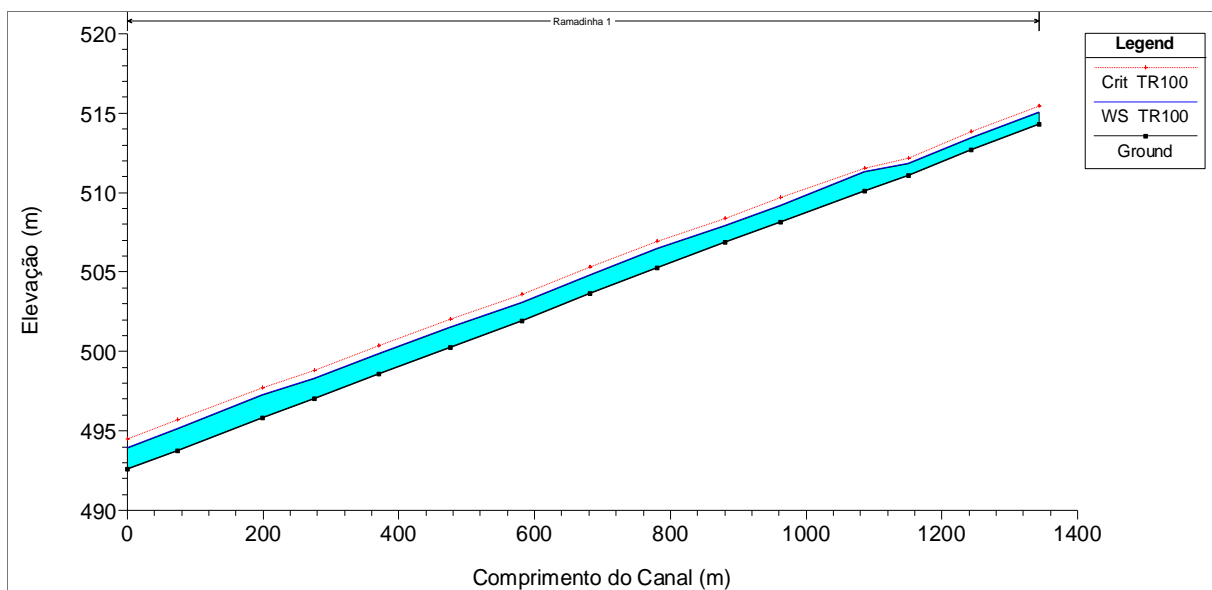
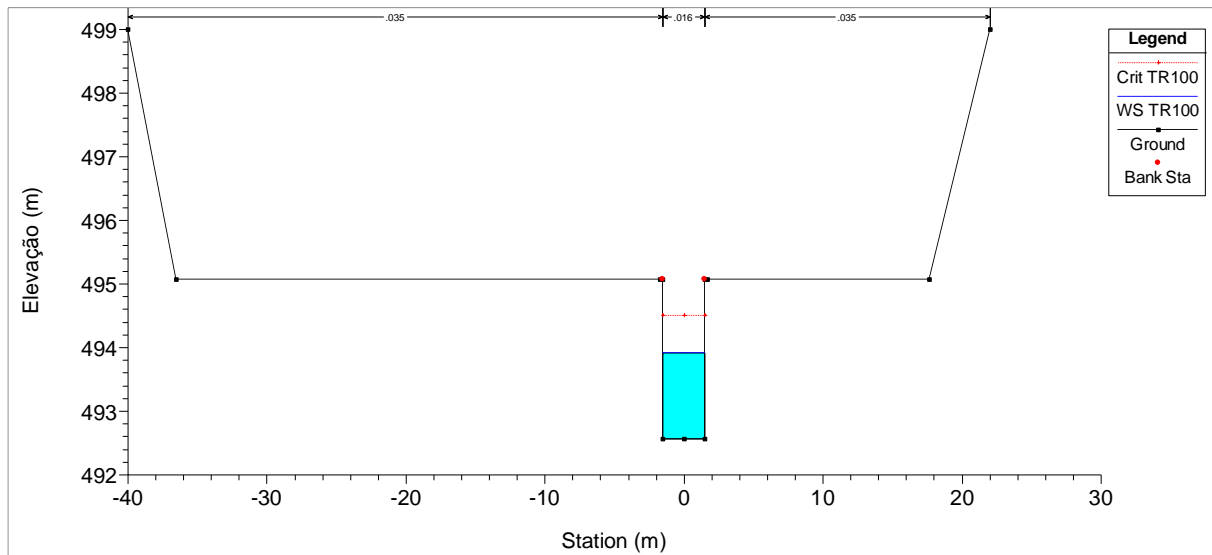


Figura 28. Seção Transversal 1 – Exutório do Canal da Ramadinha - TR 100 anos



Destaca-se que, para considerar eventuais extravasamentos do canal para as vias paralelas, as seções transversais inseridas no software incluíram, além da seção geométrica do canal, a planície de inundação. Durante o processo de modelagem, os relatos da equipe técnica da prefeitura foram imprescindíveis para sanar dúvidas sobre as características do canal e de sua execução. Ademais, os relatos dos moradores foram utilizados para validar os resultados obtidos, uma vez que não foi possível realizar visitas em campo e não há dados observados para calibração e validação do modelo da bacia estudada.

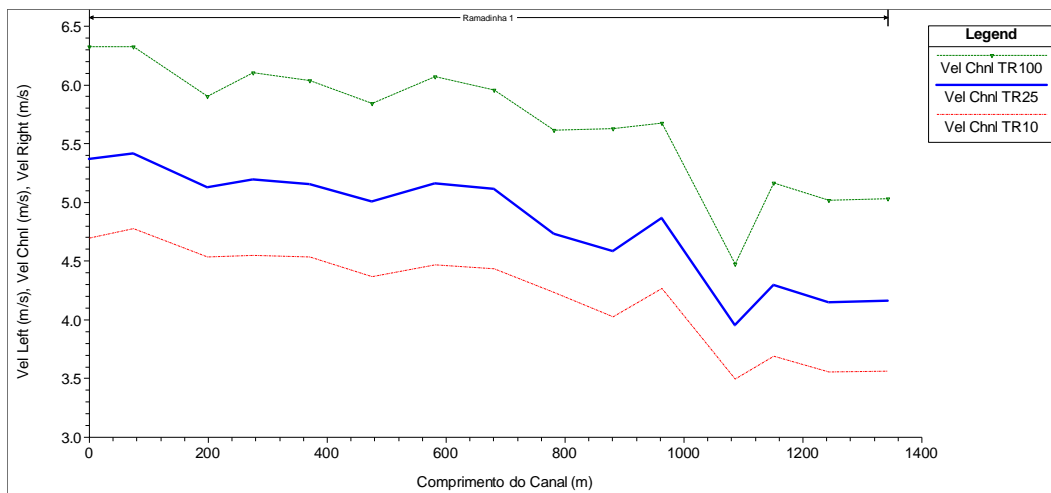
Embora o canal mantenha o nível d'água próximo a 50% da profundidade do canal para o evento mais crítico, é válido ressaltar que as velocidades de escoamento máximas nas seções ultrapassam os limites recomendados nos manuais e projetos de drenagem urbana, que é de no máximo 5 m/s em canais abertos. Neste caso, como mostradas na Figura x, as velocidades chegam a 5,4 m/s, 6,20 m/s e 7,30 m/s para os tempos de retorno de 10, 25 e 100 anos, respectivamente.

As simulações realizadas nesta pesquisa não consideraram degraus dispostos ao longo do canal, devido à impossibilidade de levantamento de campo e indisponibilidade do projeto. Os degraus consistem em uma das estruturas comumente utilizadas para redução da energia de escoamento e da declividade em canais, no entanto, deve-se atentar para manutenção com retirada de detritos para evitar o assoreamento dos degraus. De acordo com os entrevistados da Equipe Técnica e moradores esta manutenção não ocorre satisfatoriamente, com relatos de ausência de limpeza regular do canal e despejo de resíduos no curso d'água.

A escassez de dados hidrológicos, principalmente a atualização do modelo digital de elevação (MDE) com o perfil topo-batimétrico do Canal da Ramadinha e o projeto de terraplanagem, impossibilitou uma modelagem bidimensional realista do escoamento superficial no HEC-RAS, ou seja,

considerando possíveis retenções em depressões no terreno da bacia além dos limites da seção do canal e planície de inundação do modelo. A eventual disponibilidade das atualizações das modificações no terreno e o projeto de terraplanagem do projeto possibilitaria mapear e comparar ruas afetadas com alagamentos e identificadas pelos moradores através das entrevistas.

Figura 29. Velocidades máximas de escoamento ao longo do canal



O modelo hidráulico assume o papel de verificar a capacidade hidráulica da medida estrutural adotada para solucionar os problemas de drenagem implementada na intervenção do PAC-UAP na Bacia da Ramadinha, sendo possível analisar o nível d'água no canal durante os eventos extremos e a velocidade de escoamento. Além disto, o modelo pode ser utilizado para analisar seções alternativas para o canal que apresentem o melhor desempenho hidráulico e custo-benefício. No entanto, é importante frisar que o suporte às vazões de cheias de projeto do canal é apenas um dos parâmetros a serem considerados na avaliação do projeto implantado.

### 3.1.2 Modelagem com o SWMM

O SWMM é um modelo dinâmico chuva-vazão que realiza a simulação do escoamento superficial em áreas urbanas. Nele é considerada a área de estudo como um conjunto de sub-bacias hidrográficas que recebem vazões de entrada, advindas de precipitações e contribuições de áreas a montante, e gera vazões de saída, que podem se dar através da infiltração, evaporação, escoamento superficial e alagamento. Neste modelo computacional, as sub-bacias são subdivididas em áreas permeáveis sem armazenamento, áreas permeáveis com armazenamento e áreas impermeáveis com armazenamento. O transporte ou armazenamento do escoamento superficial são representados pelos objetos de nós, condutos e unidades de armazenamento (RODRIGUES,2008).

Os dados de entrada das precipitações, podem vir através de séries temporais tipo IDF e da relação entre a altura da chuva no tempo. Além disso, outros parâmetros também são importantes para a correta simulação hidrológica chuva-vazão, como a área, largura e declividade das sub-bacias, o coeficiente de rugosidade de manning, os parâmetros de infiltração e a altura do armazenamento em depressões. O SWMM também vêm sendo utilizado para avaliar o efeito integrado das técnicas de drenagem sustentável em bacias urbanas. Os dispositivos de drenagem sustentável são projetados no software para subtrair uma parcela do escoamento superficial por meio de processos de retenção, infiltração e evaporação (RODRIGUES,2008).

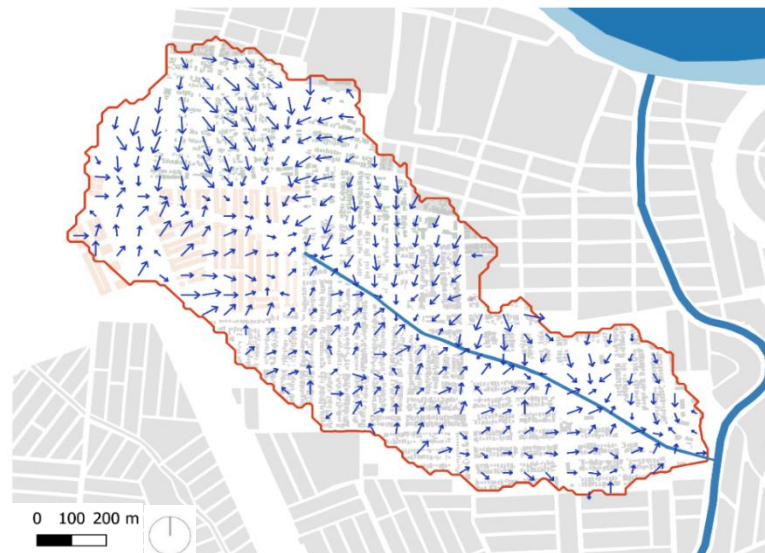
Para a modelagem hidráulico/hidrológica da bacia, fez-se uso do modelo computacional Storm Water Management Model (SWMM), amplamente utilizado para quantificar o escoamento e a eficiência de diferentes cenários de drenagem. Por ser um modelo que permite grande nível de detalhamento durante seu processo de parametrização, o SWMM, em conjunto com um Sistema de Informação Geográfica – SIG, apresenta-se como uma ferramenta adequada para o presente estudo.

Foi feita, inicialmente, a inserção da topologia da bacia no programa SWMM, que foi alimentada com os valores dos parâmetros necessários para cada sub-bacia e o modelo foi calibrado com evento de chuva intensa escolhido. Ademais, o modelo de infiltração utilizado foi o da Curva-Número e o modelo de propagação de vazão selecionado foi o da onda dinâmica. Após a simulação hidrológica do cenário com a intervenção de drenagem atual e através de manipulações nos parâmetros da bacia pela utilização das ferramentas e dados adequados no modelo de simulação, também foi possível avaliar o efeito integrado de técnicas de drenagem sustentável escolhidas para compor os cenários de simulação.

Como já mencionado, as águas que chegam até o canal da Ramadinha são drenadas, em sua maioria, de forma superficial ao longo da bacia. Deste modo, para a formação da topologia no SWMM, os nós e trechos foram distribuídos na extensão do canal, nas bocas de lobo existentes e ao longo das vias. Para obter um maior nível de detalhe durante a simulação, as sub-bacias discretizadas foram delimitadas através dos limites das quadras de contribuição para cada nó. Ao todo, foram cadastradas 199 sub-bacias, 209 nós e 239 trechos no modelo. A direção do escoamento foi observada através da extração dos vetores do Modelo Digital de Elevação (MDE) da área (Figura 30). Os nós de simulação, os trechos de ligação entre os mesmos e as suas sub-bacias de contribuição, podem ser observados na (Figura 31).

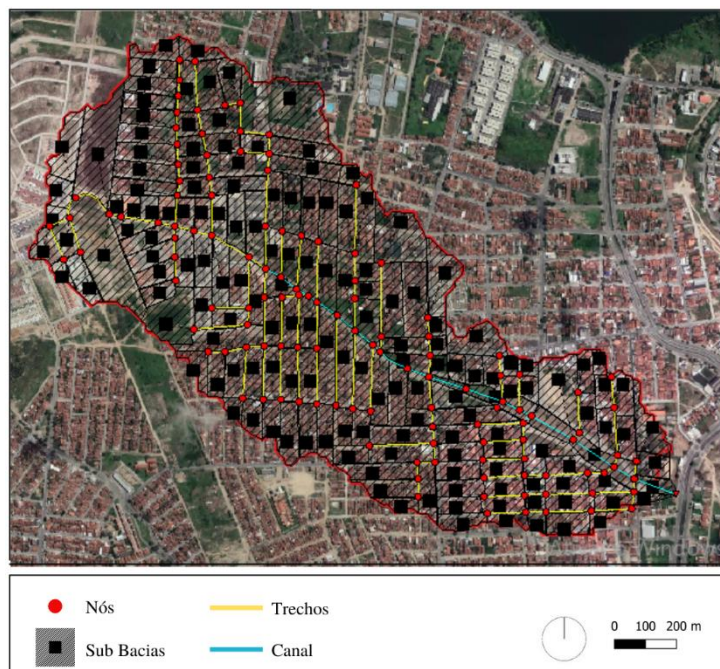
Para a entrada dos dados da precipitação de projeto no modelo de simulação, foram utilizados dados de chuvas reais e intensas ( $P_{tot} > 50$  mm em menos de 2 horas), que incidiu na cidade de Campina Grande no dia 21 de janeiro de 2020. Nesta data, foi registrada uma altura total de precipitação de 60mm em 1 hora e 20 minutos. O hietograma desse evento pode ser visto no gráfico da Figura 32.

Figura 30. Direção do escoamento



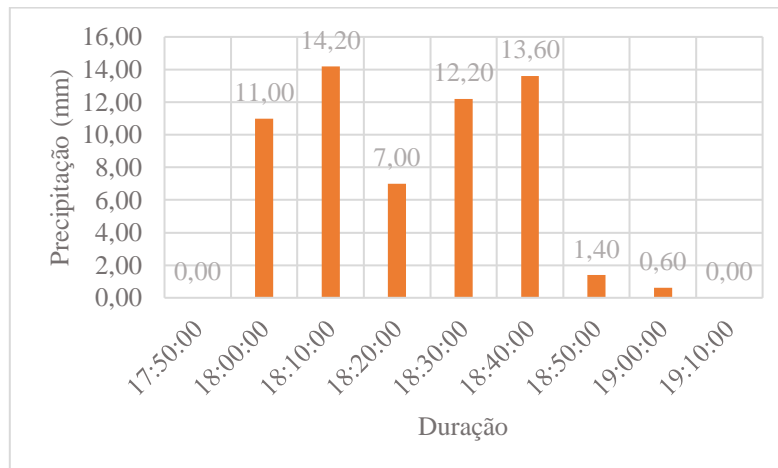
Fonte: Os autores (2021)

Figura 31. Discretização da topologia da bacia



Fonte: Os autores (2021)

Figura 32. Evento de chuva analisado



Fonte: CEMADEN (2020)

A fim de se ter uma melhor compreensão acerca da vulnerabilidade ao alagamento causada por impactos hidrológicos durante eventos de chuva intensa na bacia, o modelo foi parametrizado de modo a identificar os pontos de alagamento sempre que a água exceder um certo valor acima do nível da rua que seja capaz de dificultar a passagem de veículos e pedestres e entrar na casa dos moradores. Foi assumido, neste trabalho, que este valor pode variar de acordo com as características da rua (0,05 m para ruas não pavimentadas e 0,1 m para ruas pavimentadas).

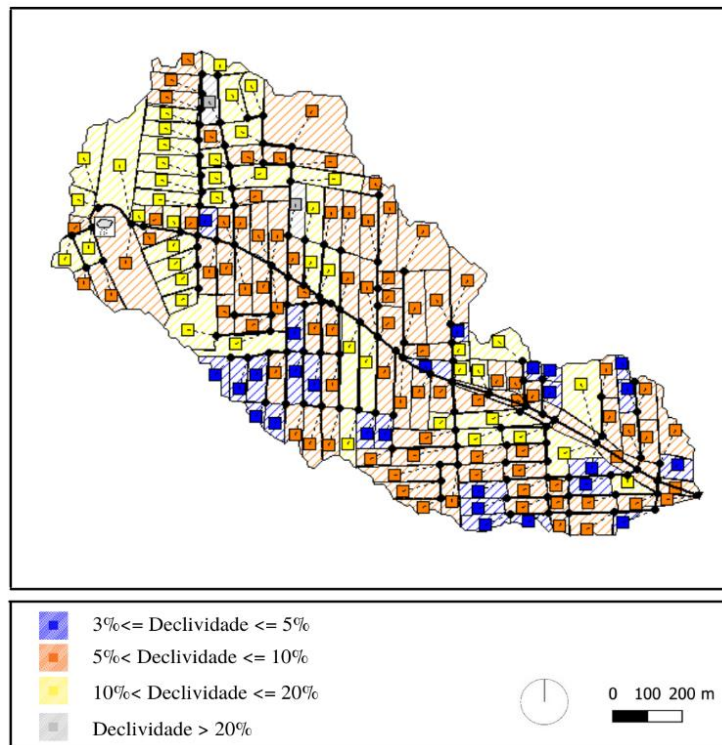
Para caracterizar a bacia, é necessário obter os parâmetros que serão exigidos como dados de entrada no processo de simulação hidrológica no SWMM. Os parâmetros necessários para o presente modelo foram: Declividade média (%), porcentagem impermeável (%), CN, largura característica do escoamento superficial (m), dados dos nós e trechos da rede de drenagem, armazenamento em depressões, coeficiente de rugosidade de Manning e parâmetros específicos de cada dispositivo SUDS.

- Declividade Média (%)

A declividade média para cada sub-bacia discretizada (Figura 33) foi calculada tomando como base o MDE da área de estudo. Para tanto, através da sobreposição da camada referente as sub-bacias (representadas pelas quadras da Ramadinha), e fazendo uso da função de estatísticas zonais do software QGIS, que extrai, dentre outros valores, a média de cada pixel da camada *raster* gerada, foi possível obter os valores médios de declividade para cada sub-bacia da área de estudo.



Figura 33. Declividade média de cada sub-bacia

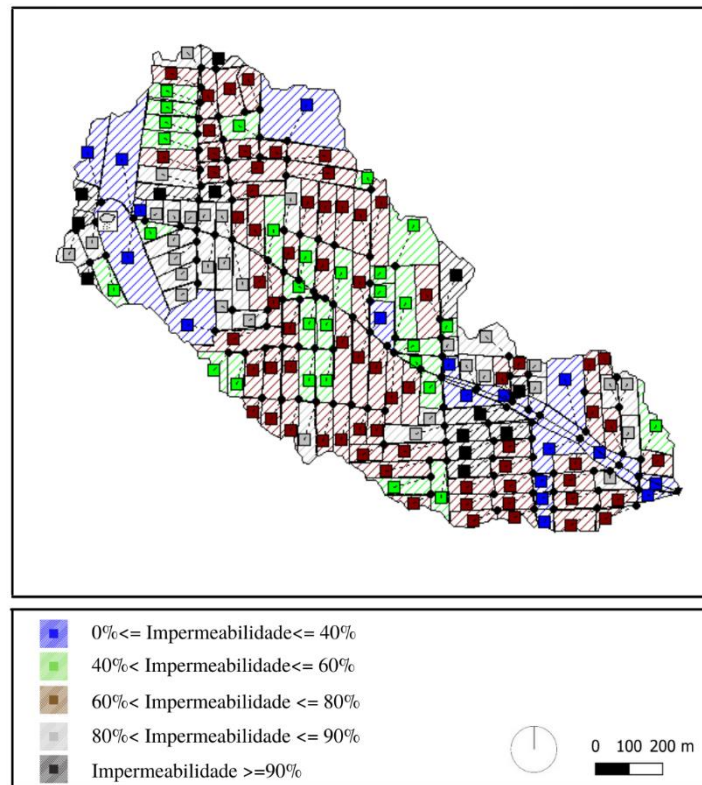


Fonte: Os autores (2021)

- Porcentagem impermeável

Para o estudo da impermeabilização da área, foram estabelecidas algumas categorias que representam os tipos de uso e ocupação do solo da bacia, sendo possível correlacioná-las com o grau de impermeabilidade do mesmo. As categorias estabelecidas foram: i) Áreas permeáveis: Vias não pavimentadas, áreas verdes com significativa presença de vegetação, terrenos urbanos vazios com áreas não edificadas, solo majoritariamente exposto dentro da malha urbana e áreas de proteção permanente (APPs) no entorno do canal ii) Áreas impermeáveis: ruas pavimentadas, calçadas para circulação de pedestres e lotes com áreas construídas. Com isso, foi possível calcular as porcentagens que cada uma das categorias citadas anteriormente representa em relação à área total da sub-bacia que está sendo parametrizada, como mostra a Figura 34.

Figura 34. Porcentagem impermeável para cada sub-bacia



Fonte: Os autores (2021)

- Parâmetro CN

O modelo de infiltração utilizado no programa foi o método da Curva Número (CN). Portanto, foi necessário realizar o cômputo do CN médio para cada sub-bacia discretizada. Primeiramente, foi verificado o grupo de solo predominante na bacia em estudo, através dos critérios estabelecidos pelo método do Soil Conservation Service – SCS (SCS, 1964) que categoriza os grupos hidrológicos de solo da sub-bacia de acordo com a sua capacidade de infiltração. Para tanto foram utilizados o mapa do sistema brasileiro de classificação de solos, na escala de 1:5.000.000 que representa a distribuição geográfica das classes de solos do Brasil (SANTOS et al., 2011).

Para a área em estudo, a classificação do solo recaiu em Argissolos Vermelho-Amarelos Eutróficos, Luvisolos Cromicos Orticos e Neossolos Litolicos Eutróficos. Considerando, portanto, as informações obtidas sobre cada tipo de solo encontrado no estudo de classificação do solo do Brasil realizado pela EMBRAPA (2006) e sobrepondo-o à categorização do solo descrita pelo SCS (1964), podemos classificar o solo da bacia da Ramadinha em sua totalidade como do grupo B.

Foram, assim, calculadas as áreas de cada uso do solo em cada sub-bacia, utilizando ferramentas de sobreposição e análise espacial no Software Qgis. Em seguida, calculou-se as taxas de cada uso em relação a área total das sub-bacias discretizadas a fim de calcular o CN médio de cada

uma delas. Para isso, foram utilizados os valores de CN definidos por Tucci (2002) para o grupo de solo do tipo B, mostrado na Tabela 6.

Tabela 6. Valores de CN para cada tipo de solo

		Tipo de solo			
Cobertura do solo		A	B	C	D
<b>Espaços abertos</b>	Relva>75%	39	61	74	80
	50%<Relva>75%	49	69	79	84
<b>Lotes&lt;500m<sup>2</sup></b>	65% área impermeável	77	85	90	92
<b>Estacionamentos/telhados</b>		98	98	98	98
<b>Vias</b>	Asfalto	98	98	98	98
	Paralelepípedo	76	85	89	91
	Terra	72	82	87	89

Fonte: Tucci (2002)

Portanto, foi possível calcular o CN médio para cada sub-bacia discretizada através da fórmula: CN médio = % da área de vegetação \*CN correspondente + % da área de solo exposto \*CN correspondente + % da área de lotes construídos \*CN correspondente + % das ruas de terra \*CN correspondente+ % das ruas de paralelepípedo \*CN correspondente + % das ruas de asfalto \*CN correspondente + % das calçadas\* CN correspondente.

- Largura equivalente

O cálculo da largura do escoamento para cada sub-bacia discretizada, foi utilizado, como sugerido por Garcia (2005), através da fórmula da largura do retângulo equivalente (le), que é função do coeficiente de compacidade (kc).

- Dados dos nós e trechos da rede de drenagem

Os elementos da rede drenagem são considerados com 'condutos' e 'nós' no SWMM. Neste caso, as ruas e pontos distribuídos ao longo delas fazem parte dessa rede devido a maior parte do escoamento superficial se dar ao longo da mesma. A cota de radier de cada nó (diferença de cota topográfica entre o topo e o fundo do elemento), foram visualizados com o auxílio dos dados de altitude informados no Modelo digital de elevação. A Tabela 7 resume estes dados.

Tabela 7. Características dos condutos inseridos no modelo

	<b>Forma</b>	<b>Cota (m)</b>	<b>Profundidade Máxima(m)</b>	<b>Largura da Base (m)</b>
<b>Canal</b>	Retangular Aberto	MDE	2,5	3,0
<b>Galerias</b>	Circular Fechado	MDE	0,4 a 1,0	-
<b>Vias</b>	Retangular Aberto	MDE	0,05 (não pavimentadas) 0,1(pavimentadas)	8,0

Fonte: Os autores (2020)

- Capacidade para armazenamento em depressões

Este parâmetro se caracteriza pelo acúmulo da água da chuva em depressões localizadas na superfície das sub-bacias. No entanto, as superfícies impermeáveis podem ser divididas em duas subáreas, uma que contém o armazenamento em depressão e outra que não o contém. Os valores para a capacidade de armazenamento em depressões foram cadastrados de acordo com o recomendado por Rossman (2008) e encontram-se na Tabela 8.

Tabela 8. Capacidade de armazenamento em depressão para as áreas permeáveis e impermeáveis

<b>Parâmetro</b>	<b>Sigla</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Capacidade de armazenamento em depressões para superfícies impermeáveis.	PA – I	mm	1,27
Capacidade de armazenamento em depressões para superfícies permeáveis.	PA – P	mm	2,54
% da área impermeável sem armazenamento em depressão.	%A. imp. s/ arm.	-	100%A. Imp

Fonte: ASCE (1992)

- Coeficiente de rugosidade

O coeficiente de rugosidade, ou coeficiente de Manning, é estimado com base nas características do revestimento do solo. Os valores para este coeficiente estão indicados na Tabela 9, sendo as áreas impermeáveis compostas majoritariamente por pavimentos de paralelepípedo e telhados de cerâmica e as superfícies permeáveis sendo composta por vegetação rasteira e campos sem vegetação. Para os condutores, representados no modelo pelo canal, galerias e ruas, os coeficientes de rugosidade de Manning foram definidos de acordo com a Tabela 10

Tabela 9. Coeficiente de Rugosidade de Manning para as áreas permeáveis e impermeáveis da sub-bacia

<b>Parâmetro</b>	<b>Sigla</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor</b>
Coef. De Manning para superfícies impermeáveis	n - I	-	0,015
Coef. De Manning para superfícies permeáveis	n - P	-	0,13

Fonte: McCuen et al. (2002)

Tabela 10. Coeficiente de Rugosidade de Manning para os condutos

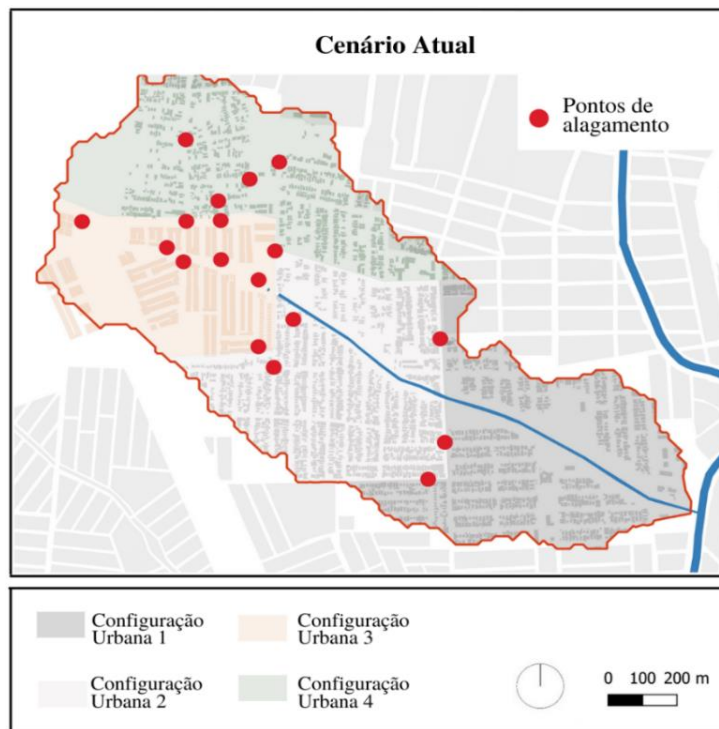
<b>Conduto</b>	<b>Superfície</b>	<b>n manning</b>
Galeria	Concreto	0,013
Canal retangular	Concreto	0,020
Vias Pavimentadas	Asfalto/Paralelepípedo	0,011/0,05
Vias não Pavimentadas	Terra	0,13

Fonte: McCuen et al. (2002), ASCE (1982), Rossman (2008)

Para o cenário atual da bacia, apenas com a implantação do canal da Ramadinha e dos poucos elementos de microdrenagem próximos à macroestrutura, observou-se a presença de pontos de alagamento ao longo das configurações urbanas 2,3 e 4, estando a configuração urbana 1, menos vulnerável ao alagamento, já que não apresentou nenhum ponto de alagamento no seu território (Figura 35). Vale ressaltar que, a configuração urbana 1 é a configuração que mais apresenta a presença de elementos de microdrenagem, além de possuir boa infraestrutura viária e englobar a maior parte dos equipamentos públicos da bacia. Tais fatos mostram como certas intervenções privilegiam determinados espaços urbanos em detrimento de outros, até mesmo se observamos em escalas locais, como no caso da bacia da Ramadinha.

Os resultados do cenário atual mostraram que, a intervenção na bacia urbana enfocando apenas elementos de drenagem altamente centralizados, como a construção do canal da Ramadinha, apesar de mitigar a vulnerabilidade ao alagamento em algumas áreas, principalmente nos locais mais próximos ao mesmo, não é capaz de eliminar todos os pontos de alagamento da bacia, principalmente nos locais mais afastados da estrutura de macrodrenagem. Além disso, este tipo de intervenção, por vezes, não leva em consideração a integração com outros elementos que visem melhorar a paisagem urbana e qualidade de vida da comunidade. Estes fatos mostram a necessidade de se considerar intervenções de drenagem mais descentralizadas e de abordagem mais efetiva para a mitigação da vulnerabilidade ao alagamento da bacia, como a inserção dos dispositivos de drenagem sustentável.

Figura 35. Pontos de alagamento no Cenário atual



Fonte: Os autores (2021)

### 3.2. Alternativas de sistemas de drenagem urbana sustentável

Os sistemas compensatórios ou alternativos de drenagem urbana se diferenciam do manejo tradicional das águas pluviais, por se basearem no processo de infiltração e retenção das águas o mais próximo possível do local onde a precipitação incidiu no solo e não em seu escoamento rápido. Acarretam, com isso, uma diminuição no volume e na velocidade desse escoamento, na redução das vazões de pico e do tempo de concentração e no rearranjo temporal das vazões, além de provocarem uma significativa melhoria na qualidade das águas pluviais (SLETTO, 2019; FLETCHER, 2015).

No contexto do planejamento urbano, portanto, a drenagem urbana praticada de forma sustentável é considerada uma importante integrante do sistema de infraestrutura urbana, uma vez que influencia de maneira considerável no uso e ocupação do solo urbano, exigindo a análise dos parâmetros estruturais de projeto e de gestão de suas técnicas. Além dos ganhos urbanos e ambientais, através do amortecimento dos danos que podem acontecer durante os eventos chuvosos, as técnicas de drenagem sustentável também podem estar associadas a áreas de lazer e paisagísticas, integrando funcionalidade e bem-estar humano e ambiental (FLETCHER, 2015).

- Seleção dos SUDS a serem simuladas

Dentre os inúmeros dispositivos de Drenagem Urbana Sustentável existentes, foram escolhidas, para o presente trabalho, as técnicas de infiltração representadas pelas trincheiras de infiltração (T.I), sistemas de Biorretenção (S.B) e pavimentos permeáveis (P.P) e as de armazenamento representada pelos Tanques de aproveitamento e captação de água de chuva (AAC). Esses dispositivos foram escolhidos considerando-se a possibilidade de simulação no programa, o nível de complexidade na construção e manutenção e a possibilidade de serem integráveis a espaços urbanos já consolidados. Além disso, para facilitar ainda mais a implementação, os tanques de armazenamento de água pluvial escolhidos foram limitados a uma capacidade total de 200 litros.

Considera-se também, que estas técnicas SUDS podem ser melhor integradas ao espaço urbano já consolidado da área de estudo. Podem, portanto, serem desenvolvidas em conjunto com espaços de interação social e alocadas nos espaços ainda disponíveis na bacia, sejam eles públicos ou privados, oferecendo benefícios diretos a comunidade, o que as tornam mais rapidamente apropriadas. (WOODS-BALLARD et. al, 2015).

- Processo de mapeamento da adequabilidade das SUDS no espaço urbano da bacia

Feito a escolha das técnicas SUDS a serem simuladas, foram identificadas as variáveis físicas e os componentes urbanos que representassem os lugares aptos de implantação das mesmas. Para tanto, foram analisadas características principais da bacia a serem levados em consideração na alocação de cada SUDS escolhidos anteriormente, com base nos aspectos físicos e urbanos dos padrões e configurações estudadas.

As variáveis físicas e componentes urbanos analisados para cada SUDS representam lugares passíveis à aloca-las, no intuito de revitalizar a paisagem urbana e maximizar a capacidade de mitigação de alagamentos da região. Portanto, tendo em mãos todas as camadas contendo as informações e delimitações de todas as variáveis adotadas, foi realizado, com o auxílio do programa QGis, a sobreposição das camadas que fossem importantes na tomada de decisão de alocação de cada técnica SUDS analisada. O Quadro 1 resume as camadas das variáveis físicas e componentes urbanos utilizados e não utilizados na análise de adequabilidade de cada uma das técnicas. Com essa análise, foi possível identificar a disponibilidade cada variável em cada configuração urbana e determinar a sua adequabilidade para o recebimento de cada técnica SUDS estudada.

Quadro 1. Variáveis de alocação para cada técnica SUDS

	Camadas	P.P	T.I	S.B	A.A.C
<b>Variáveis Físicas</b>	Declividade (< 5%)		X		
	Declividade (< 10%)	X			
	Declividade (< 20%)			X	
<b>Componentes Urbanos (Público)</b>	Estacionamentos	X			
	Calçadas absentes e irregulares	X			
	Vias não pavimentadas	X			
	Áreas adjacentes à vias e calçadas		X		
	Parques e Praças			X	
	Vazios urbanos e terrenos não construídos com potencial para serem convertidos em áreas de interação social			X	
	Espaços livres (e permeáveis para o S.B) dentro de lotes públicos (escolas, hospitais e usos comunitário)			X	X
<b>Componentes Urbanos (Privado)</b>	Estacionamentos	X			
	Espaços livres (e permeáveis para o S.B) dentro de lotes privados (residenciais e comerciais)			X	X

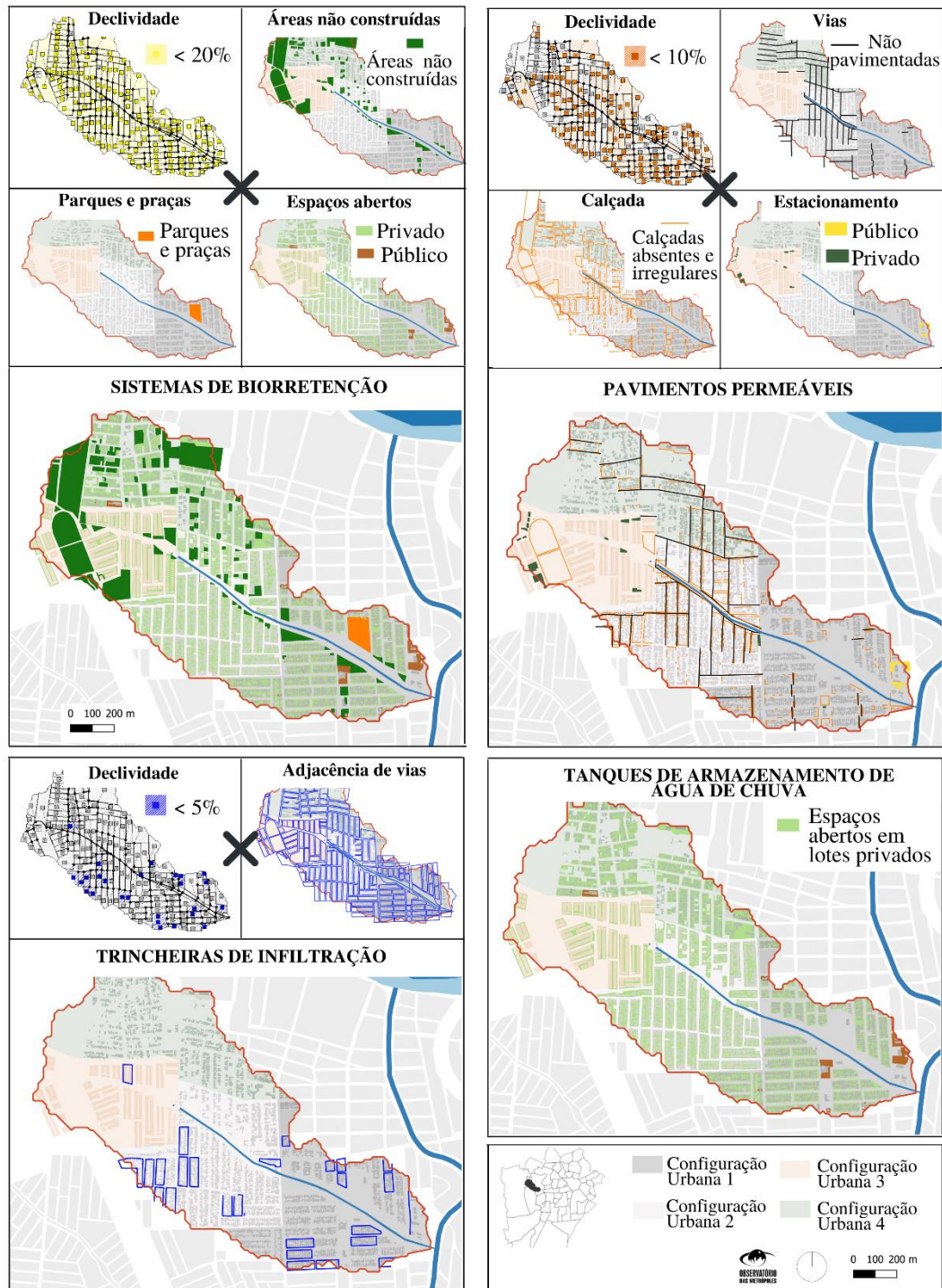
Fonte: Os autores (2021)

- Cartogramas de adequabilidade da bacia à implementação de cada SUDS

Os cartogramas de adequabilidade das técnicas SUDS foram confeccionados pela sobreposição das camadas adotadas para alocação de cada técnica, de modo a identificar as áreas aptas a receberem as mesmas ao longo da bacia (Figura 36). Como as distintas Configurações Urbanas da área de estudo apresentam diferentes disponibilidades das variáveis e componentes analisadas, fica evidente o fato de que tais configurações possuirão diferentes adequabilidades à implementação de cada uma dos SUDS avaliados.



Figura 36. Cartogramas de adequabilidade da bacia a implementação dos SUDS



O potencial de aplicação dos pavimentos permeáveis em locais públicos é perceptível ao longo das 4 configurações urbanas. Porém, na parte mais a montante da bacia, englobando parte das configurações 3 e 4, várias sub-bacias apresentam declividades maiores que 10%, o que restringe o uso desta técnica nesses locais. Além disso, na configuração 3 a potencialidade de implementação dos pavimentos permeáveis em áreas pública (1,1% da área total da configuração) decresce ainda mais

pelo fato desta área já apresentar ao longo de toda a sua extensão, vias pavimentadas tradicionalmente e calçadas regulares na delimitação das quadras construídas. Este é o mesmo fato que restringe a aplicação do P.P na parte mais a jusante da bacia, englobando a configuração 1, que, apesar de apresentar em sua maioria sub-bacias com declividade menor que 10%, também apresenta vias já pavimentadas com pavimento tradicional ao longo de quase toda a sua extensão, viabilizando a adoção do P.P apenas em poucas áreas de calçadas identificadas como irregulares e totalizando apenas 4,9% da sua área apta ao recebimento destes pavimentos em locais públicos.

Entretanto, observa-se um grande potencial de implementação de P.P público ao longo da configuração 2 (15,8%), área está delimitada pela ZEIS Ramadinha e que apresenta diversas vias ainda de terra, bem como lugares com ausência de calçadas, além de não apresentar grandes restrições físicas, uma vez que a maior parte do seu território possui declividade menor que 10 %. Sendo assim, futuras intervenções neste local podem levar em consideração a adoção dos pavimentos permeáveis, que, além de melhorar aspectos urbanos relacionados a mobilidade urbana nas vias e calçadas, podem exercer um papel importante na mitigação do alagamento e redução do volume escoado ao longo da bacia.

A implementação dos pavimentos permeáveis em locais privados, no entanto, é nula na maioria das configurações, devido a quase ausência de locais com disponibilidade da variável escolhida para análise (estacionamento em áreas privadas). Apenas a configuração 3 está apta ao recebimento desta técnica em locais privados, devido a presença de áreas de estacionamento nestas áreas. Porém, essa adequabilidade representes um percentual quase ínfimo (apenas 1,7%).

Apesar de não apresentar grandes restrições urbanísticas para o seu recebimento ao longo da bacia, a implantação das trincheiras de infiltração se torna restrita na maior parte desta devido as declividades maiores que 5% em quase todas as sub-bacias, principalmente nas que fazem parte das configurações urbanas 3 e 4. A maior adequabilidade à esta técnica está presente nas configurações 1 e 2. Porém, devido às restrições de espaço nos lugares adjacentes às vias, a largura das trincheiras ficou restrita a 1,0 metro, o que torna o percentual de área coberta de apenas 1,0 e 1,1%, respectivamente, nas configurações 1 e 2.

Como não houve grandes restrições em relação à variável física analisada, já que os sistemas de biorretenção podem ser aplicados em áreas de até 20% de declividade, a adequabilidade destas técnicas ficou mais dependente das características do espaço urbano da bacia. Para locais públicos, no entanto, os sistemas de biorretenção foram as técnicas, dentre as quatro analisadas, mais adequadas ao espaço de todas as configurações urbanas, exceto da configuração 2 (apenas 3,5% de áreas adequadas ao recebimento dos S.B). Isto ocorreu principalmente devido ao alto adensamento urbano nessa área, com a completa ausência de parques e praças e com poucas áreas com potencial a se tornarem espaços públicos abertos. Os grandes espaços abertos e permeáveis presentes nas

configurações 3 e 4, fizeram as mesmas apresentarem as maiores porcentagens de adequabilidade aos sistemas de biorretenção em locais públicos, 25% e 29,3% respectivamente. Deste modo, estas técnicas podem ser incorporadas em parques e praças que visem potencializar a paisagem urbana da bacia em intervenções futuras.

Os sistemas de biorretenção dentro de lotes privados ao longo da bacia também apresentaram grande percentuais de adequabilidade, inclusive na configuração 2 (25,1%). Isso mostra que apesar de ser uma área altamente adensada e pouco propícia para a incorporação de sistemas de biorretenção em áreas públicas, a configuração 2 apresenta grande potencialidade de implantação dessa mesma técnica em áreas privadas, enfatizando a importância de se considerar intervenções com media sustentáveis de drenagem urbana em lotes privados, principalmente nas partes mais adensadas da bacia.

Para os espaços privados, os tanques de captação de água da chuva (restringidos aqui a tanques com capacidade de 200 litros) foi a técnica SUDS que a bacia em estudo possuiu maiores porcentagens de adequação. Isto ocorreu pelo fato destas técnicas não apresentarem restrições físicas relacionada à declividade e nem grandes restrições urbanísticas, uma vez que todos os lotes da bacia apresentam áreas livres em seu interior. Isto tornam os tanques de armazenamento de água de chuva viáveis principalmente nas configurações urbanas mais adensadas da bacia, como a configuração 2 (31,4% da área da configuração adequada ao recebimento do SUDS), devido à alta concentração de lotes construídos e habitados nestes locais.

Deste modo, a metodologia utilizada para identificação dos locais aptos ao recebimento das técnicas SUDS selecionadas se mostrou propícia à finalidade. Com os cartogramas de adequabilidade gerados, foram quantificadas as áreas de cada técnica sustentável em cada sub bacia discretizada, de modo a dar entrada destes dados no modelo de simulação do SWMM para cada cenário analisado com diferentes composições de SUDS.

- Simulação dos dispositivos SUDS na bacia da Ramadinha

Como decidiu-se alocar os dispositivos SUDS nas sub-bacias já existentes no modelo, e não criar sub-bacias específicas para elas, sua entrada no modelo acaba por alterar o cálculo de percentual de áreas impermeáveis, e do CN das sub-bacias nas quais estão alocadas. Ademais, nesta pesquisa, os SUDS foram simulados trabalhando em paralelo, ou seja, tratando diferentes parcelas do escoamento gerado pela fração da sub-bacia não coberta por SUDS. O SWMM, leva em consideração, portanto, que uma a parte da vazão dos locais impermeáveis que não são levados até as medidas de drenagem sustentável, bem como o escoamento que excede do dispositivo de SUDS, é lançado diretamente ao nó da sub-bacia que é ligada ao mesmo (ROSSMAN,2015)

Como os dispositivos SUDS são representadas de forma diferente no SWMM, foi necessário definir os parâmetros de cada uma delas de acordo com as camadas pedidas no programa (Tabela 11). Estes parâmetros são de grande importância durante o processamento dos resultados das simulações. Procurou-se seguir os valores estabelecidos pelos autores de manuais consagrados em relação ao uso dos dispositivos de medidas compensatórias e sustentáveis em drenagem urbana.

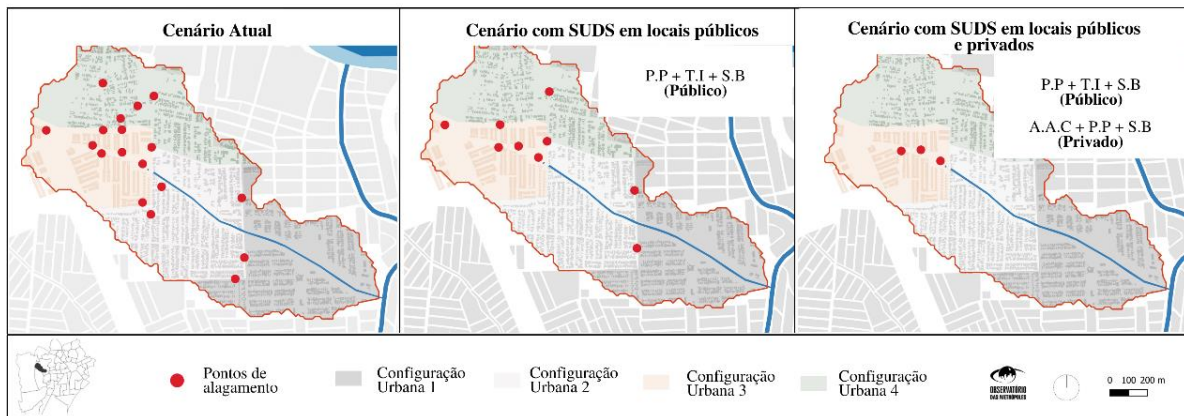
Tabela 11. Parametrização das SUDS

Parâmetros	T.I	S.B	P.P	A.A.C
<b>Superfície</b>				
Prof. Armaz. (mm)	250 <sup>1</sup>	150 <sup>2</sup>	0	-
Cobertura veg.(fração)	0,1 <sup>2</sup>	0,2 <sup>2</sup>	0	-
n manning	0,05 <sup>2</sup>	0,4 <sup>2</sup>	0,013 <sup>2</sup>	-
Decliv. Super. (%)	1	1	1	-
<b>Armazenamento</b>				
Altura(mm)	750 <sup>2</sup>	450 <sup>1</sup>	300 <sup>1</sup>	900
Índice vazios (vazios/sólidos)	0,75 <sup>2</sup>	0,75 <sup>2</sup>	0,2 <sup>2</sup>	-
Taxa de filtração (mm/h)	300 <sup>1</sup>	300 <sup>1</sup>	250 <sup>1</sup>	-
Fator de colmatação	0	0	0	-
<b>Solo</b>				
Espessura (mm)	-	900 <sup>2</sup>	-	-
Porosidade	-	0,4 <sup>3</sup>	-	-
Capacidade de campo	-	0,2 <sup>2</sup>	-	-
Ponto de murcha	-	0,1 <sup>2</sup>	-	-
Cond. Hidráulica	-	100 <sup>3</sup>	-	-
Decliv. Da condutiv. (mm/h)	-	10 <sup>2</sup>	-	-
Potencial matricial (mm)	-	88,9 <sup>2</sup>	-	-
<b>Pavimento</b>				
Espessura (mm)	-	-	150 <sup>2</sup>	-
Índice vazios (vazios/sólidos)	-	-	0,2 <sup>2</sup>	-
Superfície imperm. (fração)	-	-	0 <sup>2</sup>	-
Permeabilidade (mm/h)	-	-	250 <sup>1</sup>	-
Fator de colmatação	-	-	0	-

<sup>1</sup> Woods Ballard (2015); <sup>2</sup> Rossman (2008); <sup>3</sup> FHWA (2009)

Deste modo, Além do cenário atual, também foram simulados no SWMM cenários com diferentes tipos de espaços (públicos e privados) aptos a receberem os dispositivos SUDS. Primeiramente, alocou-se os dispositivos apenas em locais públicos e em seguida em locais públicos e privados, de acordo com o espaço disponível. Seguindo este método, a Figura 37 mostra a vulnerabilidade ao alagamento dos cenários analisados.

Figura 37. Cenários de simulação



Fonte: Os autores (2021)

De acordo com a modelagem, a implantação de SUDS propiciaria uma redução dos pontos de alagamento em relação ao cenário atual da urbanização. Porém, SUDS implantadas apenas em espaços públicos não são suficientes para evitar todos os pontos de alagamento ao longo da bacia, principalmente perante a insuficiência desses espaços na CURB2 e a existência de pavimentos tradicionais na CURB3. Em contrapartida, a implantação dos SUDS tanto em espaços públicos quanto privados aponta uma redução de 83,3% dos pontos de alagamento na bacia em relação ao cenário atual, enfatizando a importância de também se considerar intervenções com medidas sustentáveis de drenagem urbana em lotes privados, principalmente nas CURBS mais adensadas.

### 3.3. Análise da robustez socioecológica do sistema de drenagem

A abordagem dos sistemas socioecológicos provém da integração entre as ciências políticas e econômicas com as ciências ambientais (OSTROM, 1990). A interpretação por sistemas socioecológicos parte da premissa que "todos os recursos utilizados estão embutidos em sistemas complexos e socioecológicos (SSE). esses são compostos de múltiplos subsistemas em múltiplos níveis" (OSTROM, 2009). Sendo a robustez do sistema a "manutenção do desempenho do sistema, seja quando submetido a perturbações, ou quando há incerteza sobre os valores dos parâmetros internos de projeto" (CARLSON; DOYLE, 2002).

Desta forma, aplica-se o Robustness Framework (ANDERIES et al., 2019) que permite investigar, através de conexões, os processos dinâmicos e as mudanças no sistema em cenários alternativos de governança. A estrutura da robustez e suas conexões são descritas como: as variáveis de contexto biofísico (infraestrutura natural – NI – e infraestrutura pública 'hard' – H na PI); os atributos das variáveis comunitárias (utilizadores de recursos – RU, fornecedores de infraestrutura

pública – PIP, e parte da infraestrutura pública – PI); e as variáveis de regras em uso (RIU), as infraestruturas públicas “soft” (S na PI). Sendo capaz de prever caminhos potenciais que levam a resultados de sistemas adaptativos (ANDERIES et al., 2019).

A aplicação do arcabouço de robustez investigará as interconexões do sistema, mais especificamente as relações entre as instituições municipais, população, infraestruturas de abastecimento de água, de drenagem de águas pluviais e de equipamentos públicos, e ambientes natural e construído. Nesse sentido, na tentativa de qualificar a robustez do sistema, utilizam-se os resultados obtidos da investigação conjunta dos princípios institucionais (OSTROM, 1990; ANDERIES et al., 2003; ANDERIES et al., 2004) com a análise do comportamento humano (relacionamentos e percepções), ações de monitoramento, conflitos, e limites de apropriação de recursos (ANDERIES et al., 2019). Desta forma, é possível aferir como as mudanças ocorridas influenciam no funcionamento do sistema.

Na perspectiva da análise da bacia como um sistema socioecológico, os diplomas legais vigentes determinam os limites institucionais das águas pluviais, a partir da delegação dos órgãos gestores, contemplando as autoridades governamentais e a comunidade (atores delimitados tanto pelos beneficiários quanto os responsáveis pelo planejamento e projetos de infraestrutura). O sistema de recurso, ainda conforma as delimitações da política, consiste no próprio espaço geográfico da cidade. Enquanto as unidades do recurso são compostas pelas bacias urbanas, sendo a unidade mínima de intervenção por parte do poder público, nesse caso a bacia da Ramadinha.

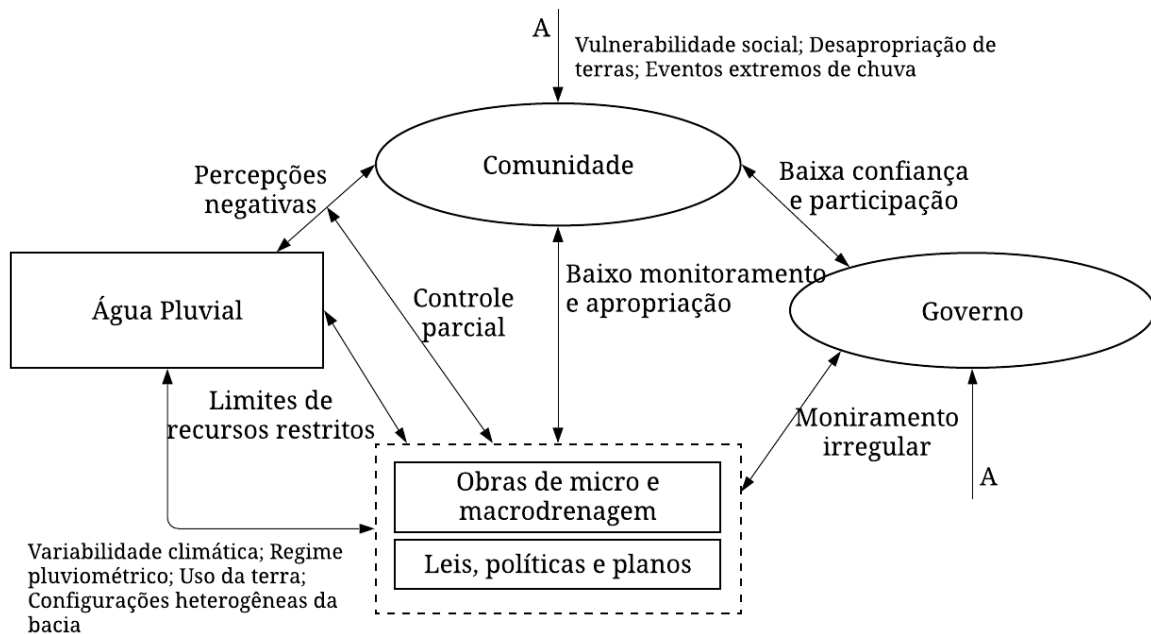
Muito embora, os limites das águas urbanas (recurso) não são definidos em função de falhas em gerenciamento e monitoramento de dados (geomorfológicos e climáticos), mesmo que as condicionantes hidrológicas determinem as configurações espaciais da bacia urbana. Além de falhas registradas na abordagem e concepção dos projetos, reforçando a desarticulação entre as políticas públicas de planejamento territorial e urbano para a gestão do recurso. Sobretudo pois, demais ecossistemas influenciam fortemente no escoamento das águas pluviais, como a variabilidade climática (regime de precipitação e eventos climáticos extremos), os ecossistemas terrestres e a cobertura e uso do solo (vegetação e área impermeabilizada).

Assim como, devem ser considerados os cenários social, econômico e político, uma vez que influenciam a governança e direcionam suas ações, em alguns casos. Neste sentido, a concepção da intervenção para o manejo deve ser projetada segundo seu atendimento e a vulnerabilidade da população.

O sistema em sua configuração atual além de falhas funcionais, acentuados pelos pontos de alagamento ao longo da bacia através dos resultados obtidos das simulações (Figura 38), apresentam uma baixa robustez. Uma vez que, conforme demonstrado na Figura 39 registra-se uma baixa confiança entre os gestores, moradores e lideranças das áreas sob intervenção, resultando em assim

a comunidade não se assume como um agente ativo na gestão. Assim como, pauta-se às percepções negativas dos usuários sobre o recurso, devido a percepção deste como uma ameaça em função dos eventos de inundação e ausência da valoração econômica. Além de não proporcionar um ambiente adequado para resolução de conflitos e monitoramentos irregulares, com tendência de ações corretivas.

Figura 38. Robustez socioecológica do sistema em sua configuração atual

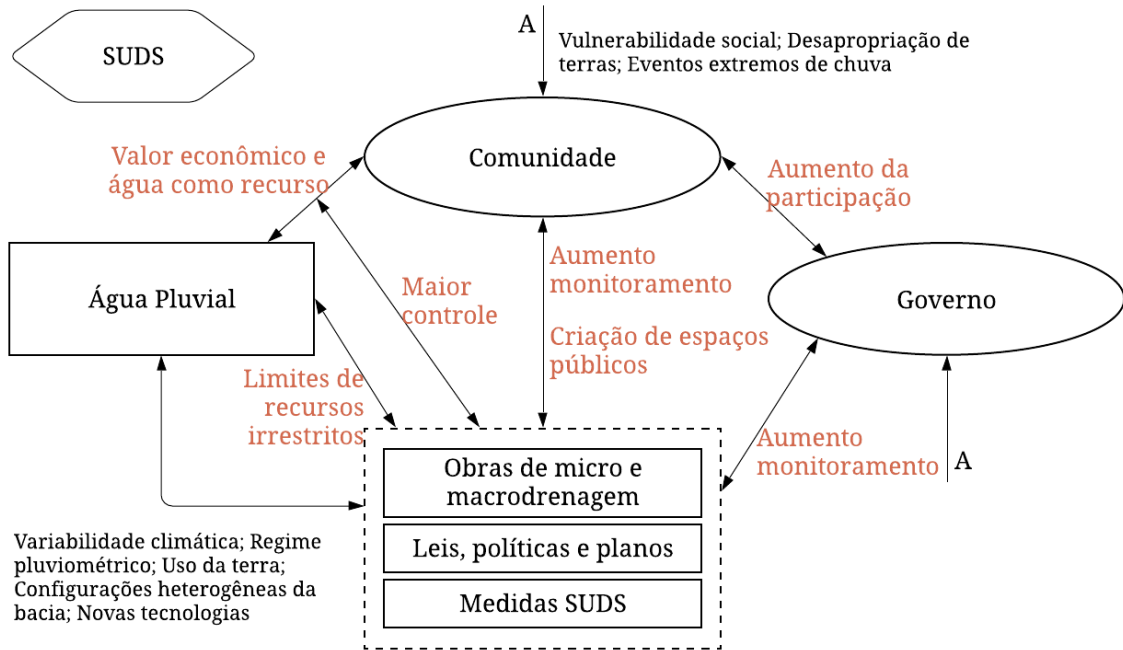


Fonte: Os autores (2021)

A incorporação de SUDS, ademais da redução dos pontos de infiltração (Figura X), poderia permitir que o sistema adquirisse robustez ao habilitar:

- Participação no processo de gerenciamento, incitando confiança nas relações e interesse no processo;
- Melhoria na percepção sobre o recurso, em função dos ambientes multifuncionais de valoração do espaço e atribuição de valor econômico e redução de custos no serviço de abastecimento de água convencional;
- Atenuação no monitoramento e resolução de conflitos, devido aos ambientes que promovem a participação e debate entre partes e da participação comunitária que reforça a manutenção e preservação dos espaços públicos;
- Limites de apropriação para as águas pluviais, associado ao armazenamento do recurso.

Figura 39. Robustez socioecológica do sistema com a incorporação e SUDS



Fonte: Os autores (2021)

Assim, se reforça a necessidade da realização de uma avaliação multissetorial para a concepção desses sistemas e incorporação das SUDS, uma vez que a incorporação de uma tecnologia mais ecológica possui um potencial de mudança em todas as variáveis que compõem o sistema socioecológico de águas pluviais. Isto é válido sobretudo em locais já afetados por outras vulnerabilidades, como as áreas caracterizadas pela presença de assentamentos precários. O arcabouço de robustez demonstrou fragilidades na gestão atual e o potencial que a incorporação de novas técnicas apresenta, visando reduzir as fragilidades às interferências externas.



## PARTE IV | ANÁLISE MULTIDIMENSIONAL DA URBANIZAÇÃO

### 4.1. Descritores analisados

Na urbanização de favelas são realizados diferentes tipos intervenções, visto que os assentamentos possuem diferentes características em seu interior, a sua complexidade também se dá devido ao seu traçado irregular, adensamento e dinâmicas de ocupação. Nelas os Parâmetros de cidade formalmente estabelecidos raramente são aplicáveis e há dificuldades para estabelecer parâmetros específicos (MORETTI e DENALDI, 2018).

Com base nos objetivos de melhoria das condições de habitação, melhoria das condições de mobilidade e melhoria das condições de saneamento e meio ambiente, Moretti e Denaldi (2018) definiram metas para os projetos de urbanização e descritores quantitativos e qualitativos para avaliação do atendimento das metas.

A partir das metas e descritores propostos por Moretti e Denaldi (2018), foram propostas novas metas, descritores e dimensões de análise perante o nosso interesse em adotar uma abordagem integral. Em adição, foram propostos parâmetros técnicos para alguns descritores tornando possível avaliar as tendências à adequação ou à inadequação das condições. A síntese da avaliação por descritores está apresentada no Anexo 2.

### 4.2. Dimensão: melhoria das condições de habitação

- **Meta: garantia de moradia adequada para as famílias removidas (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor qualitativo: reassentamento das famílias em unidades prontas, próximas ao núcleo original e em locais adequados:

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – reassentamento para áreas sem risco, com disponibilidade de equipamentos, infraestrutura para manejo de águas pluviais apropriado e sustentável e serviços obrigatórios, com opções de transporte e possibilidade de manutenção das relações de vizinhança. Se alguns desse itens não estiver implementado ou garantido, a adequação tende a ser parcial.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – reassentamento para áreas com risco e/ou com pouca disponibilidade de equipamentos e/ou com infraestrutura insuficiente e insustentável para manejo de águas pluviais e/ou serviços obrigatórios e/ou de opções de transporte.

Avaliação parcial: Segundo entrevista, as famílias que tiveram suas edificações desapropriadas no entorno do canal da Ramadinha foram para o condomínio Vila Nova da Rainha, empreendimento do PMCMV, no bairro de Bodocongó. A distância direta do canal para o exutório (menor rota) é de 1,1 km, e o trajeto percorrido é de 1,5 Km. O mesmo possui disponibilidade de equipamentos e com base nos cartogramas de equipamentos e de rotas e pontos de ônibus é possível verificar que existem rotas que ligam as duas áreas. A área que recebeu o reassentamento possui ligação a rede de água, esgotamento sanitário e energia elétrica. Portanto, a situação tende à ADEQUAÇÃO em relação à garantia de moradia adequada para as famílias removidas.

- **Meta: Requalificação de moradias localizadas em áreas consolidáveis (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor qualitativo: existência de apoio para reforma e requalificação das moradias, por meio de assistência técnica e/ou viabilização de material de construção, principalmente, para requalificação das moradias em setores altamente densos e/ou com acesso inadequado

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Assistência Técnica (AT) e materiais para reformas disponíveis para as moradias muito precárias em áreas consolidáveis e para as localizadas em setores altamente densos e/ou com acesso inadequado e/ou propensas a eventos de inundação, afetadas pelas intervenções urbanísticas e infraestruturais.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - AT e materiais indisponíveis.

Avaliação parcial: Na tabela de composição de investimento do projeto não foi encontrado nenhum valor referente a investimento para reforma e requalificação das moradias. A partir de entrevista, foi confirmado que não houve esse apoio pois isso era algo que não estava previsto no projeto. A situação tende à INADEQUAÇÃO.

- **Meta: Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade**

Descritor quantitativo: densidade (ocupação do solo) de domicílios (calculado para todo o assentamento e por CURBS).

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – o adensamento (ocupação do solo) a as situações de insalubridade comprometem menos de 10% dos imóveis.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - adensamento (ocupação do solo) a as situações de insalubridade comprometem a mais de 10% dos imóveis.
- Observações: Não há parâmetros técnicos absolutos para a determinação dos intervalos para o estabelecimento dos graus de adequação em relação ao adensamento excessivo e situações de insalubridade para a urbanização de favelas. Algumas questões articuladas

podem contribuir para avaliação do adensamento e insalubridade, tais como: taxas de ocupação, proximidade e geminação de edificações que prejudiquem o conforto ambiental e a salubridade. Áreas com excessivo adensamento resultantes de ausência de ordenamento urbanístico contribuem para problemas relativos à drenagem urbana à falta de conexão com o sistema urbano de drenagem, demonstrando os desafios relacionados às questões de sustentabilidade. Assim, tornam-se fundamentais alternativas e parâmetros técnicos que possibilitem o aumento da capacidade de infiltração em áreas intensamente adensadas. De todo modo, qualquer parâmetro referente a esses aspectos e condições devem ser relativizados em função das configurações urbanas e dos contextos socioterritoriais específicos. Considerando a complexidade dos assentamentos e as condições para a realização das intervenções, dificilmente são resolvidas todas as situações de adensamento excessivo e de insalubridade a partir da urbanização. Portanto, os intervalos definidos na presente proposta têm algum grau de arbitrariedade, principalmente porque se referem à área de intervenção de forma ampla. Outros intervalos podem ser estabelecidos, considerando, além dos parâmetros de densidade e de insalubridade, aspectos, como as condições dos territórios, os aspectos físico-ambientais e urbanísticos e as questões relativas à adequação cultural.

Avaliação parcial: O percentual ocupação total da bacia varia de 0 a 70%, sendo a média de 43%. Nas CURBS 1,2,3 e 4 os valores de média são respectivamente cerca de: 43%, 40,5%, 60% e 33%. Foi considerado o cartograma de percentual de ocupação por quadra e com base nele calculadas a porcentagem de imóveis localizados em quadras com percentual maior que 60% (o máximo indicado no Plano Diretor). Cerca de 7% das edificações estão nessa situação, ou seja, a situação tenda à ADEQUAÇÃO.

Descritor quantitativo: existência de uma fração mínima de terra por unidade habitacional.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Taxa de permeabilidade (solo natural) igual ou maior que 10 % para ZEIS e 20% para as outras áreas em, pelo menos, 50% dos lotes.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – Taxa de permeabilidade (solo natural) maior ou igual que 10 % para ZEIS e 20% para outras áreas em menos de 50% dos lotes.
- Observações: Foram considerados os parâmetros da Lei das ZEIS, Nº. 4.806/2009, e do Código de Obras, Lei Nº 5410/13, relativos à permeabilidade para águas pluviais (taxa de solo natural). Não há parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação relativa à adequação de assentamentos, considerando uma fração mínima de terra por unidade habitacional. Vale ressaltar que a taxa de permeabilidade do solo implica diretamente na parcela de água pluvial infiltrada, proporcionando um aumento do montante percolado e reduzindo o escoamento superficial e as inundações.

Apenas para os imóveis, individualmente, há parâmetros que vêm sendo utilizados e replicados nas leis, mas sem considerar, as diferenças geomorfológicas. Foi utilizado o recurso dos intervalos para a classificação dos graus de adequação a partir dos parâmetros urbanísticos das leis, mas ressaltando que outros intervalos podem ser estabelecidos, com estudos mais aprofundados que considerem as condições geomorfológicas, infraestruturas de drenagem, taxas de ocupação por quadras e setores etc.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de percentual de permeabilidade e com base nele calculado a porcentagem de lotes que estavam em desacordo com as normas. Cerca de 2,52% dos lotes analisados são comprometidos pelas taxas acima do estabelecido. A situação tende a ADEQUAÇÃO. A análise, porém, foi comprometida pela falta de dados sobre a CURB3 e porque os dados não são atuais.

- **Meta: Criação de condições para a execução do controle e manutenção urbana (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor qualitativo: existência de mecanismos (regulação, trabalho social) e meios (pessoal, recursos financeiros) para desenvolver ações de pós-ocupação, como educação ambiental, controle urbano e assistência à autoconstrução.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Existência de mecanismos e implementação de ações de pós ocupação na maioria dos espaços urbanizados e/ou processos de capacitação e de integração da população na gestão urbana, a partir de oficinas e cartilhas sobre identificação dos riscos, com utilização de sistemas de controle urbano comunitário.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – Inexistência de mecanismos e ações de pós ocupação e/ou não integração da população na gestão e controle urbano.

Avaliação parcial: Os relatórios de acompanhamento do trabalho técnico social descrevem algumas atividades realizadas junto com a população como oficina de uso eficiente dos recursos naturais, oficina de mobilidade urbana, palestra sobre acondicionamento do lixo e coleta seletiva, palestra sobre educação ambiental e palestra sobre educação patrimonial, porém, segundo a entrevista, o trabalho social foi realizado apenas junto às famílias que iriam ser removidas para as unidades habitacionais e as que receberiam as obras de infraestrutura. A situação tende à

- **Meta: Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: metragem quadrada por domicílio de áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – 15% de área destinada ao uso institucional, e equipamentos e espaços de uso público / área verde.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – menos de 15% de área destinada ao uso institucional, e equipamentos e espaços de uso público / área verde.
- Observações: A Organização Mundial de Saúde (OMS) recomenda um mínimo de 12 m<sup>2</sup> de área verde por habitante. A Lei no. 9.785/1999, que alterou a Lei 6.766/1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, prevê que as áreas públicas destinadas à circulação, aos espaços livres e aos equipamentos urbanos e comunitários serão proporcionais à densidade de ocupação prevista pelo Plano Diretor. Pelo Código de Obras de Campina Grande, Lei N° 5410/2013, foram estabelecidos para Condomínios Residenciais, 5% para áreas internas de lazer e 5% para área verde. Como não foram estabelecidos parâmetros relacionados à densidade ou para as áreas públicas para loteamentos nas leis de Campina Grande, é possível considerar o que previa a Lei Federal 6.766, 35% para áreas públicas. Alguns municípios dividiram esses 35%, prevendo 20% para o sistema viário, 10% para áreas verdes e 5% para equipamentos urbanos e comunitários. Portanto, para as áreas de uso comum qualificadas para uso público, tendo em vista o aproveitamento com áreas com equipamentos, espaços livres para lazer e contemplação, seria possível considerar como parâmetro mínimo 15% no. É importante registrar que as áreas verdes (espaços livres públicos de solo natural e com vegetação) são elementos importantes para a drenagem urbana por ampliarem o solo permeável e diminuindo o volume de água escoado para as redes, além de proporcionar bem-estar às comunidades. A análise de áreas desocupadas com solo natural para a incorporação a um sistema de espaços livres públicos pode contribuir sistemicamente para o manejo das águas pluviais.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de uso do solo e com base nele calculadas as áreas de uso comum qualificadas para uso público (saúde, educação, lazer, áreas verdes públicas, comunitário). Apenas cerca de 12% da área total da bacia são qualificadas ao uso comum ou público, ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor quali-quantitativo: localização, distribuição e tratamento paisagístico das áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Há oferta de equipamento de lazer, conservado e com tratamento paisagístico, no perímetro e entorno do assentamento, a uma distância percorrida a pé de no máximo 500 m.

- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – Não há oferta de equipamento de lazer a uma distância percorrida a pé de no máximo 500 m ou há oferta de equipamentos nessa distância, mas sem nenhuma conservação.
- Observações: Foi considerado o parâmetro proposto no indicador 1.2.5 - Acessibilidade aos serviços essenciais, encontrado na Tese de Doutorado denominada “Índice de Mobilidade Urbana Sustentável – IMUS”, de Costa (2008). Sobre as condições de conservação dos equipamentos e áreas, só podem ser considerados adequados, quando estes estão aptos aos usos previstos sem riscos ou desconfortos para os usuários. Ressalva-se que em terrenos acidentados a distância máxima para acesso aos equipamentos deve ser menor, em função das dificuldades ao deslocamento.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de equipamentos. O campo de pelada é um terreno não ocupado e possivelmente privado, com uso informal, sem muita estrutura, por isso foi desconsiderado. A praça, teve sua inauguração recentemente e segundo a prefeitura apresenta pista de caminhada em piso intertravado, iluminação, oito equipamentos de academia popular, quatro bancos e lixeiras, porém está a mais de 500 m das CURBS 2,3 e 4. Os equipamentos de lazer com conservação no entorno apresentam também mais de 500m de distância da área de estudo, ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: existência e caracterização dos equipamentos públicos (escolas, postos de saúde etc.) no perímetro e nas proximidades do assentamento.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO PARCIAL – Há oferta de equipamentos públicos (escolas, postos de saúde) no perímetro e entorno do assentamento, a uma distância percorrida a pé de no máximo 500 m.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – Não há oferta de equipamentos públicos no perímetro e entorno, sendo necessário percorrer uma distância maior que 500 m a pé.
- Observação: Foram considerados o mesmo parâmetro do descritor anterior.

Avaliação parcial: Há oferta de escolas e UBS na área de estudo, porém para as edificações situadas no centro da bacia (CURB2) a distância percorrida para esses equipamentos ultrapassa 500m. A situação tende à INADEQUAÇÃO, mas não foram avaliadas as capacidades de atendimento dos equipamentos.

- **Meta: Redução das situações de difícil acesso aos domicílios (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: percentual de domicílios em vias que só permitem acesso de pedestres.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – 70% ou mais dos domicílios estão em vias que permitem acesso a veículos.

- Situação que tende à **INADEQUAÇÃO** – Mais de 30% dos domicílios estão em vias com acesso e fluxo restritos a pedestres.
- Observações: Não há parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação relativos à adequação de bairros e assentamentos, considerando o acesso aos domicílios. Por isso, os intervalos têm um grau de arbitrariedade, mas foram estabelecidos desse modo, por considerarem alguns serviços que têm mais dificuldades para o acesso se as vias têm dimensões restritas à circulação de pedestres, como os de emergência e socorro a partir de ambulâncias e carros de bombeiros, ou, também, aqueles que exigem o ingresso de equipamentos grandes. Vale ressaltar que esses serviços não são frequentes. É importante ponderar, ainda, que as extensões das vias de pedestres também devem ser consideradas. Pois mesmo que haja vários domicílios acessíveis apenas por esse tipo de via, se estas não são extensas, podem permitir a que os referidos serviços tenham uma proximidade viável dos domicílios a serem atendidos. Outra questão importante é a existência de vias com acesso e fluxo restritos a pedestres conectadas apenas por outras vias similares. Nesse caso, a distância dos domicílios para uma via que comporte os serviços mencionados seria ainda maior. Em relação à drenagem, vias mais bem planejadas conduzem de forma mais efetiva as águas pluviais no âmbito da microdrenagem, especialmente quando executadas com declividades adequadas e com infraestruturas de drenagem como sarjetas.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de vias. Todas as vias apresentam largura maior que 3,5m, com exceção de uma via de difícil acesso e que não possibilita a passagem de veículos, considerada, assim, de pedestres. Cerca de 99% dos domicílios estão em vias que permitem acesso à veículos, ou seja, a situação tende à **ADEQUAÇÃO**, mas é importante avaliar a necessidade de intervenção nas vias com acessos e fluxos restritos a pedestres.

#### **4.3. Dimensão: melhoria das condições de mobilidade**

- **Meta: Articulação do sistema viário interno com o do entorno (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor qualitativo: articulação do sistema viário interno com o do entorno, considerando a estrutura viária oferecida e o porte do assentamento.

- Situação que tende à **ADEQUAÇÃO** – as vias principais (coletoras) e pelo menos 30% das demais vias têm continuidade ou estão articuladas a vias do entorno.
- Situação que tende à **INADEQUAÇÃO** – menos de 29% das vias têm continuidade ou estão articuladas a vias do entorno.

- Observações: Não há parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação relativa à articulação do sistema viário de determinada área ou recorte espacial com o do entorno. Além disso, é necessário considerar diversas condições para uma avaliação mais consistente, como quantidade e densidade populacional, configurações urbanísticas e viárias, dimensões da área objeto, condições das vias entre outras. Mesmo assim, foram estipulados intervalos a partir de percentuais de vias internas conectadas com vias do entorno tendo em vista a importância dessa articulação por permitir o acesso a bens e serviços nos demais bairros, setores e regiões da cidade. Vias melhor integradas podem receber maior volume de águas pluviais à montante. Os problemas em relação ao escoamento das águas pluviais dependerão das infraestruturas de drenagem, das condições de pavimentação, do percentual de áreas permeáveis entre outros aspectos. Por isso, a articulação de alternativas de intervenção e regulação devem nortear a concepção e execução dos projetos.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de tipos de vias e com base nele calculado a quantidade de vias que tem continuidade ou estão articuladas com as vias do entorno. Cerca de 21% das vias tem continuidade e cerca de 18% das vias são articuladas com o entorno, somando cerca de 39%. Além disso, a partir do mapa de integração considera-se que a área da bacia tem uma integração média com a cidade. Ou seja, a situação tende à ADEQUAÇÃO.

- **Meta: Pavimentação adequada das vias (Proposta pela equipe de pesquisa do Núcleo Paraíba do Observatório das Metrópoles)**

Descritor qualitativo: pavimentação implementada de forma conjugada às soluções de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – pavimentação implementada de forma conjugada às infraestruturas de saneamento ambiental em todas as vias com tráfego de veículos automotores da área de intervenção e na maioria das vias de pedestre.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - pavimentação implementada de forma desarticulada às infraestruturas de saneamento ambiental.
- Observações: Não há parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação quanto à pavimentação implementada de forma conjugada às infraestruturas de saneamento ambiental, principalmente quando se está uma área de intervenção para urbanização. Obviamente, para se considerar que as vias são adequadas, seria importante que essa conjugação fosse integral. Pavimentos permeáveis nas vias locais não pavimentadas, com sarjetas, podem ser alternativas interessantes para o manejo das águas pluviais.



Avaliação parcial: Foram considerados os cartogramas de tipos de vias, rede de água e rede de esgoto, porém as CURBS 3 e 4 foram desconsideradas por falta de informação. Embora algumas vias sem rede de esgoto coincidam com vias sem pavimentação, ela foi implementada de forma não integral com as infraestruturas de saneamento ambiental, visto que muitas vias não são pavimentadas, mas possuem as outras infraestruturas. Ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

- **Meta: Atendimento dos domicílios por transporte público (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: percentual de domicílios atendidos por transporte público em um raio de 400 metros.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Pelo menos 70% de domicílios atendidos por transporte público (ponto de ônibus) em um raio de 400 metros.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - 30% ou menos de domicílios atendidos por transporte público (ponto de ônibus) em um raio de 400 metros.
- Observações: O parâmetro definido na referência para o descritor era de 300 m. Esse parâmetro foi alterado para 500 m, tendo em conta a referência o indicador 1.2.5 do IMUS, de Costa (2008). Não há, todavia, parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação referente ao atendimento dos domicílios por transporte público. Além da disponibilidade de linhas e pontos de ônibus, poderia ser considerados o tempo de espera, quantidade de linhas e de itinerários entre outros aspectos. É fundamental que os pontos de ônibus estejam em locais sem susceptibilidade ao alagamento.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de rotas e paradas de ônibus e com base nele calculado um raio de 500m para os pontos de ônibus (não foi preciso traçar o raio para todos pois a áreas foi totalmente alcançada com o raio de apenas alguns). Todos os domicílios são atendidos com esse raio. Ou seja, a situação tende à ADEQUAÇÃO.

- **Meta: Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: percentual de vias que permitem acesso de caminhão.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – As vias principais e pelo menos 70 % das vias permitem acesso de caminhão e veículos utilitários.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - 30% ou menos das vias permitem acesso de caminhão e veículos utilitários.
- Observações: Não há parâmetros absolutos para o estabelecimento de escalas ou intervalos de gradação relativos à quantidade de vias que permitem acesso de caminhão,

todavia é importante que pelo menos metade das vias tenha condições de suporte a esses veículos que transportam bens e serviços importantes.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de vias. Segundo o manual de projeto geométrico de travessias urbanas do DNIT, a largura total de ônibus e caminhão convencional é de 2,6m. Todas as vias apresentam largura maior que 3,5m possibilitando a passagem de veículos grandes, com exceção de uma via de difícil acesso e considerada de pedestre. Nesse caso, a situação tende à ADEQUAÇÃO.

- **Meta: Qualidade da circulação de pedestres (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: percentual de vias arborizadas com relação à extensão total de vias que permitem circulação de veículos.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Todas as vias principais e 50% demais vias, que permitem circulação de veículos, com uma frequência de árvores que produzam caminhos sombreados e não obstruam a circulação de pedestre.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - Menos de 50 % de vias, que permitem circulação de veículos, com uma frequência de árvores que produzam caminhos sombreados e não obstruam a circulação de pedestre.
- Observação: Vias mais arborizadas, além de contribuíram para a melhoria das condições de conforto ambiental a transeuntes e moradores de uma área, são mais permeáveis e, portanto, se caracterizam pela menor vulnerabilidade a alagamentos. Desse modo, é interessante analisar a possibilidade do plantio de árvores ao longo das vias de modo geral e, principalmente, às mais susceptíveis a alagamentos.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de arborização e com base nele analisadas se as vias apresentavam uma frequência de árvores que produzam caminhos sombreados. A partir da contagem de vias chegou-se ao resultado de cerca de 29% das vias geram, no seu total, caminhos sombreados. Ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: condições de acessibilidade para pedestres (separação entre veículos e pedestres, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas).

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — A maior parte dos elementos referentes a acessibilidade (separação entre veículos, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas) são contemplados nas vias principais e em 70% das demais vias
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – Menos de 70% das vias não contemplam a maior parte dos elementos referentes a acessibilidade.

- Observações: As condições de acessibilidade estão previstas por normas nacionais e por leis locais e são requisitos obrigatórios para intervenções urbanísticas. A sugestão de considerar todas as vias principais e 70% das demais como parâmetro para a condição adequada é justificada em decorrência da compreensão que a urbanização de áreas amplas e com CURBS em diferentes condições nem sempre realiza todos os tipos de intervenção na área em sua totalidade, ficando as áreas parcialmente urbanizadas com intervenções complementares e que, por vezes, não respondem por todas as normas estabelecidas, posteriormente. O parâmetro sugerido pode ser alterado, considerando as dimensões e condições urbanísticas da área de intervenção. Além dos elementos elencados, seria importante considerar também a questão da drenagem, com dispositivos favoreçam o manejo das águas pluviais, como os pavimentos permeáveis, jardins de chuva, trincheiras de infiltração etc. Alguns destes requerem espaços públicos ou comuns para serem implantados.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de calçadas e com base nele analisadas se as vias apresentavam, em sua maior parte, os elementos referentes à acessibilidade. A partir da contagem de vias que apresentavam em sua maior parte calçadas regulares chegou-se ao resultado de que cerca de 44% de vias apresentavam esses elementos (calçadas irregulares). Ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

#### **4.3. Dimensão: melhoria das condições de saneamento e meio ambiente**

- **Meta: Atendimento dos domicílios por rede oficial de esgotos, água potável e eletricidade**

Descritor qualitativo: garantia de acesso à rede de abastecimento oficial de água potável

Situação que tende à ADEQUAÇÃO — todos os domicílios da área de intervenção estão conectados à rede oficial de abastecimento de água.

- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – parte dos domicílios da área de intervenção não está conectada à rede oficial de abastecimento de água.
- Observação: Para uma avaliação pós-ocupação seria importante incorporar um descritor referente à regularidade / frequência do abastecimento de água para a área de intervenção. A integração com políticas e ações de gestão e gerenciamento de recursos hídricos é importante, incluindo os estímulos ao uso de dispositivos para reservação de água de chuva e reuso de águas diversas.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de rede de abastecimento de água e com base nele verificado se haviam domicílios sem ligação com a rede. Edificações situadas em trechos de uma quadra da CURB1, duas quadras no norte da CURB2 e as edificações das quadras mais a oeste da CURB3

não são abrangidas. Porém, a partir de entrevistas foi confirmada a hipótese de que os cartogramas estão desatualizados, visto que há sim abastecimento para todos. A situação tende à ADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: garantia de acesso à rede de esgotamento sanitário.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — todos os domicílios da área de intervenção estão conectados à rede oficial de esgotamento sanitário.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – parte dos domicílios da área de intervenção não está conectada à rede oficial de esgotamento sanitário.
- Observação: Para uma avaliação pós-ocupação seria importante incorporar um descritor relativo às condições da rede implantada.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de rede de abastecimento de esgoto e com base nele verificado se haviam domicílios sem ligação com a rede. Na CURB1 as edificações de 3 quadras inteiras não estão conectadas a rede de esgoto, além disso, nas CURBS 1 e 2 existem quadras que, em parte, não estão ligadas a rede. As CURBS 3 e 4 foram desconsideradas por falta de informação. A situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: garantia de acesso à energia elétrica

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — todos os domicílios da área de intervenção estão conectados à rede oficial de energia elétrica.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – parte dos domicílios da área de intervenção não está conectada à rede oficial de energia elétrica.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de rede de abastecimento de energia elétrica e com base nele verificado se haviam domicílios sem ligação com a rede. Existem, porém, trechos de quadras, e conseqüentemente edificações, nas CURBS 2 e 4 que não estão ligadas a rede. A CURB3 foi desconsiderada por falta de informação. A situação tende à INADEQUAÇÃO

- **Meta: Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais (Proposto pela equipe de pesquisa do Núcleo Paraíba do Observatório das Metrópoles).**

Descritor qualitativo: existência de estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – há estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção.
- Situação de ou que tende à INADEQUAÇÃO – não há ou há de modo parcial estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção.

- Observação: Em relação à adequação às intervenções estruturais de macrodrenagem, estas deveriam abranger a rede de drenagem natural constituída por rios e córregos e que pode receber obras como canalizações, barragens, diques e outras para conter, reter ou melhorar a condução dos escoamentos com vistas a reduzir o risco de enchentes. Devem ser considerados, ainda, os impactos das intervenções nas áreas à jusante.

Avaliação parcial: A situação tende a ADEQUAÇÃO. Porém, não há indícios de que foram considerados os impactos da intervenção nas áreas a jusante do canal construído.

Descritor qualitativo: existência de estruturas adequadas de micro drenagem na área de intervenção.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – há estruturas adequadas de micro drenagem na área de intervenção.
- Situação de ou que tende à INADEQUAÇÃO – não há ou há de modo parcial estruturas adequadas de micro drenagem na área de intervenção.
- Observação: Quanto às intervenções estruturais adequadas, estas estariam relacionadas à implantação das redes e dispositivos destinados a receber e conduzir as águas pluviais.

Avaliação parcial: A microdrenagem não abrange todas as vias da bacia de estudo, sendo concentrada no encontro das ruas transversais com o canal da Ramadinha. A situação tende a INADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: existência de dispositivos alternativos e complementares de drenagem na área de intervenção.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – há dispositivos alternativos e complementares de drenagem na área de intervenção.
- Situação de ou que tende à INADEQUAÇÃO – não há ou há de modo parcial dispositivos alternativos e complementares de drenagem na área de intervenção.
- Observação: Os dispositivos serviriam para infiltração, percolação, retenção e armazenamento.

Avaliação parcial: Embora tenha ocorrido a preservação parcial de faixas verdes laterais ao canal, não houve um projeto específico com objetivo de adoção de técnicas complementares de drenagem sustentável. A situação tende a INADEQUAÇÃO.

Descritor qualitativo: garantia de medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem na área de intervenção.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – foram adotadas medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem na área de intervenção.
- Situação de ou que tende à INADEQUAÇÃO – não foram adotadas medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem na área de intervenção.
- Observação: As medidas não estruturais para a drenagem são as que não envolvem obras e que estão relacionadas: a normas, sistemas, mecanismos e ações para orientação e controle do uso e ocupação do solo, considerando o adequado escoamento das águas pluviais; ações educativas e de capacitação relacionadas à questão da drenagem; sistemas de alerta e de defesa civil; serviços de manutenção das infraestruturas, dispositivos e redes de drenagem. O nível de adequação refere-se à capacidade de mitigar a susceptibilidade ao alagamento ao longo da bacia e aliviar o sistema de macrodrenagem, unindo a efetividade das medidas não estruturais com a eficiência hidrológica.

Avaliação parcial: Embora tenham ocorrido ações sociais na intervenção de drenagem, estas não estiveram focadas na problemática de drenagem e moradores beneficiados com tais intervenções. A situação tende a INADEQUAÇÃO.

Descritor quali-quantitativo: limpeza e remoção de detritos no sistema de drenagem das águas pluviais.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — todo o sistema de drenagem das águas pluviais tem serviços adequados e regulares de limpeza e remoção de detritos.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – parte do sistema de drenagem das águas pluviais não tem serviços adequados e/ou regulares de limpeza e remoção de detritos.
- Observação: A adequação dos serviços de limpeza da rede de drenagem diz respeito à remoção de todos os detritos que comprometam o escoamento das águas pluviais. As avaliações sobre a limpeza e remoção de detritos no sistema de drenagem das águas pluviais devem ser feitas a partir de visitas a campo e entrevistas com moradores, lideranças comunitárias e técnicos responsáveis pelos serviços. Infelizmente, no contexto da pandemia da Covid-19, essas ações foram prejudicadas.

Avaliação parcial: De acordo com os relatos dos moradores, 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. Quanto a limpeza do canal, não foi possível identificar uma periodicidade. A situação tende a INADEQUAÇÃO.

- **Meta: Adequação da coleta de resíduos sólidos (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quali-quantitativo: dimensionamento adequado de pontos de coleta pública de lixo, inclusive nos locais que não possuem acesso para caminhão.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – pontos de coleta pública de lixo com dimensionamento adequado em toda a área de intervenção.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – pontos de coleta pública de lixo com dimensionamento inadequado em toda a área de intervenção ou em parte dela.
- Observação: Para uma avaliação pós-ocupação seria importante incorporar descritor referente à regularidade / frequência do serviço de coleta de lixo para a área de intervenção.

Avaliação parcial: A partir das entrevistas com moradores, foi informado haver coleta de lixo em todas as vias das áreas. A situação tende à ADEQUAÇÃO.

- **Meta: Recuperação das áreas de margens de cursos d'água e nascentes (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quali-quantitativo: destinação dada aos terrenos situados junto a cursos d'água, inclusive quanto à preservação e recuperação da vegetação.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — todas os terrenos situados junto a cursos d'água e nascentes não estão ocupados por construções que gerem impactos e tiveram a vegetação recuperada e preservada na faixa de 15m.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – parte dos terrenos situados junto a cursos d'água e nascentes após a urbanização não foi preservada e não teve a vegetação recuperada e preservada na faixa de 15m.

Avaliação parcial: Nos projetos da secretaria de obras os terrenos situados junto ao canal aparecem como áreas verdes e as edificações situadas nas margens do canal foram reassentadas, porém, a partir da imagem da área é possível verificar que existem trechos no entorno do canal sem nenhum tratamento paisagístico e preservação. A situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor quali-quantitativo: existência de estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação de áreas verdes e livres.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação foram implementadas para todas as áreas verdes e livres.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação não foram implementadas para todas as áreas verdes e livres.

- Observação: São fundamentais os investimentos na renaturalização e melhoria das calhas pluviais, além da definição de mecanismos que garantam o uso do solo compatível com áreas de interesse para drenagem.

Avaliação parcial: Os relatórios de acompanhamento do trabalho técnico social descrevem algumas atividades realizadas junto com a população e dentre elas uma palestra sobre educação ambiental e desenvolvimento sustentável e segundo entrevista não foram desenvolvidas estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação das áreas próximas ao canal, havendo apenas a fiscalização. A população pode a Secretaria de Obras caso haja algum tipo de movimentação no local que indique ocupação irregular a partir dela é feita a averiguação. A situação tende à INADEQUAÇÃO.

Descritor: 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. (Propostos pela equipe de pesquisa do Núcleo Paraíba)

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – faixa de 15 a 30 metros ocupada parcialmente com usos de baixo impacto.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – faixa de 15 a 30 metros ocupada com usos de médio e alto impacto.

Avaliação parcial: Nos projetos da secretaria de obras os terrenos situados junto ao canal aparecem como áreas verdes e as edificações situadas nas margens dos 15m do canal foram reassentadas. Embora o local não tenha recebido o tratamento paisagístico, não há nenhum uso nele. A situação tende à ADEQUAÇÃO.

- **Meta: Aumento do percentual de áreas permeáveis e com cobertura vegetal e arborização (MORETTI; DENALDI, 2018)**

Descritor quantitativo: percentual de áreas permeáveis (excetuando-se as áreas de lotes)

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO — taxa de permeabilidade (solo natural) de, pelo menos, 50% das áreas públicas livres, com exceção das vias.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – taxa de permeabilidade (solo natural) inferior a 50% das áreas públicas livres, com exceção das vias.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de arborização e com base nele analisadas as áreas com solo natural fora dos lotes. Todas as áreas fora dos lotes, com exceção das vias, são de solo natural, ou seja, a situação tende à ADEQUAÇÃO.

Descritor quantitativo: percentual de vias arborizadas



- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – Todas as vias principais e 50 % das demais vias arborizadas.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - Menos de 50 % de vias arborizadas
- Observações: Normalmente, os parâmetros trabalhados a respeito da implantação de árvores em intervenções urbanísticas, referem-se à quantidade ou à área proporcional ao número de habitantes. Mas no caso da presente pesquisa, foram adotados os descritores para a avaliação de projetos de urbanização de favelas de Moretti e Denaldi (2018) e esse descritor específico se remete a vias arborizadas. Se um projeto de urbanização de favelas não logra arborizar pelo menos as vias principais e 50% das demais, mesmo considerando que cada favela tem muitas especificidades, classificamos como tendente à inadequação.

Avaliação parcial: Foi considerado o cartograma de arborização e com base nele analisadas se as vias apresentavam uma frequência de árvores que produzam caminhos sombreados. A partir da contagem de vias chegou-se ao resultado de cerca de 29 % das vias geram, no seu total, caminhos sombreados. Ou seja, a situação tende à INADEQUAÇÃO.

#### **4.5. Dimensão: articulação entre urbanização e políticas públicas**

- **Meta: Articulação com políticas e serviços públicos**

Descritor qualitativo: processos de urbanização e regularização articulados a políticas e serviços públicos (saúde, saneamento, educação, cultura e desporto, assistência social, justiça, trabalho e emprego, mobilidade urbana, entre outras).

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – processo de urbanização e regularização articulado a políticas e serviços públicos.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO – processo de urbanização e regularização desarticulado a políticas e serviços públicos.
- Observação: Pelas diretrizes do Ministério das Cidades relativas as obras de drenagem no PAC, seria necessário considerar, além da articulação com políticas e serviços públicos, a participação de conselhos setoriais, associações e outras instâncias. Todavia, considerando os objetivos da presente pesquisa, essa questão não integrará o conjunto de descritores para avaliação.

Avaliação parcial: O processo de urbanização na área da Bacia da Ramadinha ocorreu apenas na área do canal e seu entorno imediato. Segundo os cartogramas de projeto da Secretaria de obras e planejamento e no escopo dos serviços ocorreu serviços preliminares; terraplanagem; aquisição e desapropriação de terrenos; abastecimento de água; esgotamento sanitário; energia elétrica/

iluminação; pavimentação e obras viárias, drenagem superficial e calçadas; micro e macro drenagem pluvial e trabalho social. O trabalho técnico social, por sua vez, realizou atividades sobre recursos naturais, mobilidade urbana, acondicionamento do lixo e coleta seletiva, educação ambiental e educação patrimonial e geração de emprego e renda. A situação tende a ADEQUAÇÃO, porém, não houve articulação com os serviços de saúde, educação, lazer nem nenhuma intervenção em outras áreas em situação de precariedade na área da bacia.

#### **4.6. Dimensão: adequação à regulação urbanística e ambiental**

- **Meta: Garantia de atendimento às normas urbanísticas e ambientais**

Descritor qualitativo: atendimento às normas de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edificações e ambientais.

- Situação que tende à ADEQUAÇÃO – as normas foram consideradas no projeto e intervenções ou foram criadas normas específicas e a área poderá ser regularizada.
- Situação que tende à INADEQUAÇÃO - as normas não foram consideradas no projeto e intervenções, nem foram criadas normas específicas e a área não poderá ser regularizada.

Avaliação Parcial: As margens do canal da Ramadinha foram preservadas, havendo a remoção das edificações em área de risco no entorno do canal, considerando os 15 m de afastamento como estabelece o Código de Obras e o Código de Defesa do Meio Ambiente e a Política Municipal de Habitação. A lei das ZEIS+, Plano Diretor e a Política Municipal de Habitação foram desconsideradas no que se diz respeito à regularização fundiária e melhorias de habitação de baixa renda, pois não foram questões consideradas na urbanização. Além disso, foram adotadas medidas estruturais convencionais, sem alinhamento com as ações prioritárias relacionadas do Plano Diretor que são relacionadas à drenagem, nem aconteceram intervenções referentes aos objetivos do plano de mobilidade. Também não houve intervenção em outras áreas da bacia que estavam em desacordo com as normas por questões trazidas nas normas de uso e ocupação do solo, urbanísticas e edificações, visto que o processo ficou restrito a área do canal e seu entorno imediato. Ou seja, esse projeto, na área da bacia atendeu parcialmente às normas. A situação tende a INADEQUAÇÃO

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

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

Tais inadequações diz respeito, principalmente, às capacidades institucionais municipais e às opções governamentais e das empresas contratadas para a elaboração de projetos e para a execução de obras. Nossa constatação é de que elas buscaram os caminhos 'mais fáceis' das intervenções básicas convencionais em detrimento da sustentabilidade de uma abordagem integrada, considerando a articulação de intervenções nos campos urbanístico, infraestrutural, ambiental e social.

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

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

\_\_\_\_\_. **Censo de 2010**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/downloads-estatisticas.html>>. Acesso em novembro de 2020.

\_\_\_\_\_. Leis, decretos, etc. **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.

\_\_\_\_\_. Leis, decretos, etc. **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.

\_\_\_\_\_. Leis, decretos, etc. **Lei nº 4.787, de 2 de setembro de 2009**. Dispõe sobre a Política Municipal de Habitação - PMH, cria o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social - FMHIS, institui o Conselho-gestor do FMHIS, e dá outras providências. Campina Grande, 2009.

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

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

ANDERIES, J. Marty; JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor. Design principles for robustness of institutions in social-ecological systems. **Joining the Northern Commons: Lessons for the World, Lessons from the World**, p. 17-21, 2003.

ANDERIES, John M.; JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor. A framework to analyze the robustness of social-ecological systems from an institutional perspective. **Ecology and society**, v. 9, n. 1, 2004.

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

ASCE - AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Design and construction of urban stormwater management**. 1992. 724 p.

ASCE - AMERICAN SOCIETY OF CIVIL ENGINEERS. **Gravity Sanitary Sewer Design and construction**, ASCE manual of practice nº 60, New York, NY, 1982.

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

- 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.
- CEMADEN. *Brazilian natural disasters monitoring network* CEMADEN/MCTIC. 2020. Disponível em: <<http://www.cemaden.gov.br/mapainterativo/>>. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- COSTA, Marcela da Silva. **Um índice de mobilidade urbana sustentável**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2008.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. EMBRAPA Solos. 2ª ed. Brasília: Distrito Federal. 2006.
- FLETCHER, T. D., ET. AL. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – the evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**, v. 12, 525–542. 2015. DOI: 10.1080/1573062x.2014.916314
- GARCIA, J. I. B. **Monitoramento hidrológico e modelagem da drenagem urbana da bacia hidrográfica do Arroio Cancela**. Programa de Pós-Graduação em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2005, 169 p.
- GOOGLE EARTH pro. 2020. Disponível em: <https://earth.google.com/web>. Acesso em novembro de 2020.
- GOOGLE MAPS. Disponível em: <https://www.google.com/maps>. Acesso em novembro de 2020.
- IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Aglomerados Subnormais**. 2019. Disponível em < <https://www.ibge.gov.br/geociencias/organizacao-do-territorio/tipologias-do-territorio/15788-aglomerados-subnormais.html?=&t=downloads>>. Acesso em novembro de 2020.
- MCCUEN R. H. ; PEGGY A. J. ; ROBERT M. R. **Highway Hydrology Hydraulic Design**. n. 2, 2ª ed. FHWA-AS-96-067, Federal Highway Administration, Washington, DC, 2002.
- MCGINNIS, Michael D.; OSTROM, Elinor. Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. **Ecology and society**, v. 19, n. 2, 2014.
- MORETTI, Ricardo De Sousa; DENALDI, Rosana. Aplicação de descritores na análise de projetos de qualificação urbanística de favelas. **Oculum Ensaios**, v. 3, p. 475-493, 2018.
- 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.
- OSTROM, Elinor. **Governing the commons: The evolution of institutions for collective action**. Cambridge university press, 1990.
- OSTROM, Elinor. A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. **Science**, v. 325, n. 5939, p. 419-422, 2009.
- RODRIGUES J.O. et al. Equações de intensidade-duração-frequência. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.9 , n. 4, p.514, 2008.

SANTOS, Bervylly Lianne de Farias. **Avaliação integrada de intervenções em drenagem urbana em assentamentos precários: o caso da Bacia da Ramadinha em Campina Grande/PB.** 2021. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil e Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil e Ambiental, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2021.

SANTOS, H. G. et. al. **O novo mapa de solos do Brasil: legenda atualizada.** Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 67 p. (Embrapa Solos. Documentos, 130.)

SCS - Soil Conservation Service. Estimation of direct runoff from storm rainfall. In: NATIONAL ENGINEERING HANDBOOK. Section 4 – Hydrology. Chapter 10. Hydraulic Engineer. p. 30, 1964.

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

SEPLAN. Secretaria de Planejamento do Município de Campina Grande - PB. 2007. Disponível em: <http://seplan.pmcg.pb.gov.br/> Acesso em: 20 fev. 2021.

SLETTO, B.; TABORY, S.; STRICKLER, K. Sustainable urban water management and integrated development in informal settlements: The contested politics of co-production in Santo Domingo, Dominican Republic. **Global Environmental Change**, V. 54, p. 195–202. 2019 DOI: 10.1016/j.gloenvcha.2018.12.004.

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

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

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: Ciência e Aplicação.** Porto Alegre - RS. Editora da UFRGS/ ABRH. 3º ed. 2002. 428 p.

WOODS-BALLARD, B. et. al. **The SuDS manual.** CIRIA. London -U.K. v. 01. 984p. 2015.

## ANEXOS

### Anexo 1. Características urbanas e ambientais da área de estudo

<b>1. CARACTERÍSTICAS GERAIS</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
1.1	Nome do Assentamento	Ramadinha
1.2	Endereço	Rua Compositor Noel Rosa, 632 - Bodocongó, Campina Grande - PB, 58430-220
1.3	Área (km <sup>2</sup> )	1,28 km <sup>2</sup>
1.4	Número de domicílios	Após a Intervenção: 1783 famílias
1.5	Bacia Hidrográfica	Bacia da Ramadinha
1.6	Legislação urbanística: LPUOS - zoneamento municipal	Lei Complementar Nº 003, de 09 de outubro de 2006 – Plano Diretor/ Lei Nº 4.806/2009 - Zonas Especiais de Interesse Social/ Lei Nº 5410/13 de 23 de dezembro de 2013 – Código de Obras/Lei Nº 4.787/2009 - Política Municipal de Habitação e cria o Fundo Municipal de Habitação de Interesse Social (FMHIS).
1.7	Legislações ambientais (foco em sobreposições, municipais e estaduais)	Lei Complementar Nº 042, de 24 de setembro de 2009 - Código de Defesa do Meio Ambiente

<b>2. DADOS COLETADOS</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
2.1	Órgão(s) contratante(s) (Secretaria - Prefeitura / Órgão do Estado, ETC.)	Prefeitura Municipal de Campina Grande
2.2	Responsáveis pelo projeto	Elaboração: JBR Engenharia Execução: Construtora Andrade Galvão e COMPEC
2.3	Fonte de financiamento. (Indicar o valor total, se disponível.)	Fonte: PAC-UAP / Caixa Econômica Federal Valor: R\$ 49.916.500,44
2.4	Modalidade do PAC (PAC UAP e/ou PAC Drenagem)	PAC-UAP
2.5	Entidade/ órgão/ secretaria responsáveis	Pela drenagem: Secretária de Planejamento e Secretaria de Obras Pela urbanização: Secretária de Planejamento e Secretaria de Obras
2.6	Ano da intervenção, inicial e final (em caso de concluída).	Inicial: 2007 Final: Em andamento
2.7	Escala da bacia	Sub-bacia
2.8	Foi realizado um diagnóstico pré-projeto?	Não efetuado

2.9	Houve participação social na elaboração e/ou execução do projeto? Indicar a fonte da informação?	Não
-----	--	-----

<b>3. INTERVENÇÃO DE DRENAGEM</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
3.1	Tipo de intervenção: micro ou macro	Macro drenagem
3.2	Prevê soluções em quais escalas de intervenção?	Bacia
3.3	Tipo de intervenção: linear ou pontual	Linear (canal)
3.4	Tipo de intervenção: centralizada ou descentralizada	Centralizada (no canal)
3.5	Tipo de intervenção: quantidade ou qualidade	Controle de enchentes/alagamentos
3.6	Classificação da intervenção	Estrutural
3.7	Soluções de intervenção baseadas na natureza?	Sim, parques lineares
3.8	Características do canal	Aberto, de escoamento rápido, com retificação e seção simples
3.9	Tempo de retorno do projeto	5 anos

<b>4. SANEAMENTO E MEIO AMBIENTE</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
4.1	Há ocorrências de inundações?	Antes da intervenção sim, após não
4.2	Há ocorrências de alagamentos?	Sim
4.3	Há população residente em áreas de risco de inundações?	Antes da intervenção sim, após não
4.4	Há população residente em áreas de risco de alagamentos?	Sim
4.5	Houve recuperação das áreas de margens dos cursos d'água?	Sim, entre 20 e 45 metros.
4.6	Houve recuperação da qualidade das águas e/ou controle da poluição dos cursos d'água?	Não
4.7	Houve aumento da área permeável na área de estudo?	Não
4.8	Houve aceleração do fluxo do escoamento superficial das águas pluviais?	Sim
4.9	Houve retardamento do fluxo do escoamento superficial das águas pluviais?	Não
4.10	Foram realizadas políticas de educação ambiental para a população residente na área de intervenção?	Sim, trabalho social realizado pela equipe de assistentes sociais.
4.11	Houve abertura de novos espaços públicos de lazer ou de uso comercial?	Não
4.12	Em caso afirmativo na resposta anterior, estes espaços estão relacionados com a intervenção de drenagem?	Não



4.13	Foram realizados investimentos nos sistemas de abastecimento de água na área da intervenção?	Não
4.14	Foram realizados investimentos nos sistemas de esgotamento sanitário na área da intervenção?	Sim
4.15	Foram realizados investimentos nos sistemas de coleta de resíduos sólidos na área da intervenção?	Não
4.16	Há indicação de ligações alternativas feitas pela população mesmo após as obras?	Sim
4.17	Há cobertura total de abastecimento de água na área do assentamento?	Sim
4.18	Há cobertura total de esgotamento sanitário na área do assentamento?	Não
4.19	Há cobertura total de coleta de resíduos sólidos na área do assentamento?	Sim
4.20	Morfologia: Permeabilidade	32,3% considerando áreas com pavimentação por paralelepípedos
4.21	Morfologia: Declividade	Varia de 8% a 24%

<b>5. URBANIZAÇÃO E HABITAÇÃO</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
5.1	Houve remoção de famílias residentes em áreas de risco de inundação na região da intervenção?	Sim
5.2	Houve remoção de famílias residentes em áreas de risco de deslizamento na região da intervenção?	Não
5.3	Houve remoção de famílias residentes em áreas requeridas para construção de obras de infraestrutura na região da intervenção?	Sim
5.4	As famílias removidas foram reassentadas em unidades habitacionais?	Sim, próximas à área da intervenção
5.5	Houve reassentamento na área do assentamento?	Não
5.6	Foi oferecida outra solução provisória para as famílias removidas e não reassentadas em unidades habitacionais?	Não
5.7	Houve participação social nos processos decisórios acerca da solução oferecida para as famílias removidas?	Sim
5.8	Houve investimento na requalificação das moradias das famílias residentes em áreas consolidáveis?	Não
5.9	Foram desenvolvidas ações de desenvolvimento pós-ocupacional para a população residente e removida da área de intervenção?	Não

5.10	Houve novos assentamentos domiciliares irregulares na área de intervenção após a intervenção?	Sim, no entorno do canal de drenagem
5.11	Densidade populacional resultante da intervenção	96,68
5.12	Morfologia: Densidade construtiva: m <sup>2</sup> edificado por habitante	27,07

<b>6. ANÁLISE QUALITATIVA</b>		
<b>Indicador</b>	<b>Descrição</b>	<b>Dados coletados</b>
6.1	Houve alteração do projeto pela realização da obra?	Sim, houve alteração no material de revestimento do canal antes de iniciar as obras, solicitado pela empresa contratada pela execução (concreto ciclópico para concreto armado) e reprogramações devido a erros projetuais relacionados à desconsideração da topografia o que acarretou aditivos de prazo e de valores para viabilizar aterros complementares para a concordância das margens do canal com a pavimentação das ruas existentes. Outro problema não previsto no projeto original foi relacionado à insuficiente rede de esgotamento sanitário no entorno, o que tem gerado em função de conexões inadequadas sobrecarga da rede de drenagem. Além disso, foi realizada mudanças de retificação do percurso do canal.
6.2	Quais foram os motivos que justificaram as alterações do projeto?	Falha no diagnóstico das condições anteriores da rede de esgotamento sanitário no entorno do canal da Ramadinha; O projeto vem sendo executado em etapas e ainda não foi concluído devido a entraves no processo licitatório.
6.3	As normativas e manuais do PAC UAP influenciaram na definição do escopo do projeto por parte da prefeitura?	A seleção das áreas para receberem as intervenções foram feitas de acordo com as normativas do PAC UAP, no entanto a prefeitura fez uma licitação para contratação de uma empresa para elaboração de projeto, não sendo possível comprovar até o momento se a empresa ganhadora seguiu tais normativas.
6.4	Na visão do(a)s entrevistado(a)s, a intervenção resultou em melhoria de qualidade ambiental e urbanística?	Sim, todos os entrevistados concordaram e enfatizaram as melhorias na salubridade ambiental e no cenário urbano da comunidade após as intervenções realizadas, com redução do lançamento de esgotamento sanitário na rede pluvial, incidência de vetores e mosquitos,

		valorização da área e abertura de novos comércios, redução da criminalidade no bairro, melhoria da mobilidade urbana, dentre outros.
6.5	A prefeitura usou algum tipo de indicador ou dado para comprovar uma possível melhora de qualidade após intervenção?	Não há relatos de que tenha sido feita qualquer tipo de avaliação formal das etapas de projeto já concluídas.
6.6	Houve algum tipo de conflito entre prefeitura e moradores ou entre empreiteira e moradores, na execução da obra?	As desapropriações de casas irregulares nas margens do canal para início das obras foram os maiores entraves entre a prefeitura e os moradores, de acordo com todos entrevistados, por haver discordância no valor de indenização, o que se tornou também um dos motivos de atrasos da obra. Outro conflito relatado foi devido a ter 2 empresas vencedoras da licitação, uma responsável pela construção das unidades habitacionais e outra pelas obras de infraestrutura, o que levava a sobreposição de serviços e compatibilização dos cronogramas dos serviços e das equipes.

Anexo 2. Síntese da avaliação das condições habitacionais, de mobilidade e de saneamento e meio ambiente.

AVALIAÇÃO DAS CONDIÇÕES			
Dimensões	Metas	Descritores	Avaliações
<b>Melhoria das condições de habitação</b>	<b>Garantia de moradia adequada para as famílias removidas</b>	<b>Reassentamento</b> das famílias em unidades prontas e próximas ao núcleo original e em locais adequados.	As famílias foram reassentadas para empreendimento habitacional a 1,1 km de distância em local com disponibilidade de equipamentos, infraestrutura e serviços. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Requalificação de moradias localizadas em áreas consolidáveis</b>	Existência de <b>apoio para reforma e requalificação das moradias</b> por meio de assistência técnica e/ou viabilização de material de construção, principalmente para requalificação das moradias em setores altamente densos e/ou com acesso inadequado.	Não foram prestados serviços de assistência técnica e nem foram fornecidos materiais de construção para reforma e requalificação das moradias. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade</b>	Existe uma <b>fração mínima de terra</b> por unidade habitacional.	O percentual de permeabilidade igual ou maior que 10% para ZEIS e 20% para as outras áreas foi verificado em, pelo menos, 50% dos lotes. Em algumas subáreas associadas às condições das construções, avaliações resultam em inadequações de adensamento e insalubridade.
	<b>Criação de condições para a execução do controle e manutenção urbana</b>	Existência de <b>mecanismos</b> (regulação, trabalho social) e <b>meios</b> (pessoal, recursos) para desenvolver <b>ações de pós-ocupação</b> (educação ambiental, controle urbano e assistência à autoconstrução).	Inexistência de mecanismos e ações de pós-ocupação e não integração da população na gestão e controle urbano. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos</b>	Metragem quadrada por domicílio de <b>áreas de uso comum qualificadas para uso público</b> : praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.	Menos de 15% de área destinada ao uso institucional, equipamentos e espaços públicos / área verde. Essa porcentagem, definida na lei das ZEIS, é de 0 na área da ZEIS Ramadinha, que é a CU 2. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

		Localização, distribuição e tratamento paisagístico das <b>áreas de uso comum qualificadas para uso público</b> : praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros.	Não há oferta de equipamentos de lazer no perímetro e entorno (para toda a área) a uma distância a pé de no máximo 500m. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Existência dos <b>equipamentos públicos</b> (escolas, postos de saúde etc.) na área e/ou nas proximidades do assentamento.	Não há oferta de equipamentos públicos no perímetro e entorno (para toda a área), sendo necessário percorrer uma distância maior que 500m a pé. As CUs 2 e 3 não apresentam nenhum equipamento. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Redução das situações de difícil acesso aos domicílios</b>	Percentual de domicílios em <b>vias que só permitem acesso de pedestres.</b>	Todas as vias apresentam largura maior do que 3,5 m, com exceção de uma via de difícil acesso que não possibilita a passagem de veículos, considerada, assim, de pedestres.
<b>Melhoria das condições de mobilidade</b>	<b>Articulação do sistema viário interno com o do entorno</b>	<b>Articulação do sistema viário interno com o do entorno</b> , considerando a estrutura viária oferecida e o porte do assentamento.	Cerca de 21% das vias têm continuidade e aproximadamente de 18% das vias são articuladas com o entorno, somando cerca de 39% de vias articuladas.
	<b>Pavimentação adequada das vias</b>	<b>Pavimentação</b> implementada de forma <b>conjugada às soluções de abastecimento</b> de água, esgotamento sanitário e drenagem pluvial.	Pavimentação implementada de forma desarticulada às infraestruturas de saneamento ambiental.
	<b>Atendimento dos domicílios por transporte público</b>	Percentual de <b>domicílios atendidos por transporte público</b> em um raio de 500 metros.	Todos os domicílios são atendidos com esse raio. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário</b>	Percentual de <b>vias que permitem acesso de caminhão.</b>	Todas as vias apresentam largura maior que 3,5m possibilitando a passagem de veículos grandes, com exceção de uma via de difícil acesso e considerada de pedestre. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Qualidade da circulação de pedestres</b>	Percentual de <b>vias arborizadas</b> com relação à extensão total de vias de veículos.	Menos de 50% de vias com árvores que geram caminhos sombreados. A CU 3 apresenta apenas 1 via completamente arborizada e a CU 2, apenas 3. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

		Condições de <b>acessibilidade para pedestres</b> (separação entre veículos e pedestres, condições de circulação nas calçadas, escadarias e vielas).	Menos de 70% das vias não contemplam a maior parte dos elementos referentes à acessibilidade. A CU 2 apresenta a maior concentração das irregularidades em calçadas. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
<b>Melhoria das condições de saneamento e meio ambiente</b>	<b>Atendimento dos domicílios por rede oficial de esgotos, água potável e eletricidade</b>	Garantia de acesso à rede de abastecimento oficial de <b>água potável</b> .	Todos os domicílios da área estão conectados à rede oficial de abastecimento de água. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
		Garantia de acesso à rede de abastecimento oficial de <b>esgotamento sanitário</b> .	Parte dos domicílios da área não está conectada à rede oficial de esgotamento sanitário. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Garantia de acesso à <b>energia elétrica</b> .	Parte dos domicílios da área não está conectada à rede oficial de energia. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais</b>	Existência de <b>estruturas adequadas de macrodrenagem</b> na área de intervenção.	Há estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO</b>
		Existência de <b>estruturas adequadas de micro drenagem</b> na área de intervenção.	Há parcialmente estruturas adequadas de micro drenagem, pois estas não abrangem todas as vias da bacia, sendo concentrada no encontro das ruas transversais com o canal da Ramadinha. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Existência de <b>dispositivos alternativos e complementares de drenagem</b> .	Não há dispositivos alternativos de microdrenagem. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Garantia de <b>medidas não estruturais adequadas</b> em relação à <b>drenagem</b> na área de intervenção.	Não foram adotadas medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem, embora tenham ocorrido ações sociais na intervenção de drenagem, estas não estiveram focadas na problemática de drenagem e o controle urbano é insuficiente. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		<b>Limpeza e remoção de detritos</b> no sistema de drenagem das águas pluviais.	Parte do sistema de drenagem não tem serviços adequados e/ou regulares de limpeza e remoção de detritos. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

	<b>Recuperação das áreas de margens de cursos d'água e nascentes</b>	<b>Destinação dada aos terrenos situados junto a cursos d'água</b> - preservação e recuperação da vegetação.	Parte dos terrenos situados junto a cursos d'água e nascentes após a urbanização não foi preservada e não teve a vegetação recuperada e preservada. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Existência de estratégias para <b>evitar a ocupação e/ou reocupação de áreas verdes e livres.</b>	Estratégias para evitar a ocupação e/ou reocupação não foram implementadas para as áreas verdes e livres. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
		Utilização de <b>faixa de 15 a 30 metros prioritariamente para implantação de usos urbanos de baixo impacto, como equipamentos sociais, áreas de lazer, parques etc.</b>	Faixa de 15 a 30 metros ocupada parcialmente com usos de baixo impacto. <b>A situação tende à ADEQUAÇÃO.</b>
	<b>Aumento do percentual de áreas permeáveis e com cobertura vegetal e arborização</b>	Percentual de <b>áreas permeáveis</b> (excetuando-se as áreas de lotes).	Todas as áreas fora dos lotes, com exceção das vias, são de solo natural.
		Percentual de <b>vias arborizadas.</b>	A partir da contagem de vias chegou-se ao resultado de cerca de 29 % delas geram, no seu total, caminhos sombreados.
<b>Articulação entre urbanização e políticas públicas</b>	<b>Articulação com políticas e serviços públicos</b>	Processos de <b>urbanização e regularização articulados a políticas e serviços públicos</b> (saúde, saneamento, educação, cultura e desporto, assistência social, justiça, trabalho e emprego, mobilidade urbana, entre outras).	Apesar das atividades desenvolvidas no âmbito do trabalho técnico social, não houve articulação com política e serviços públicos de forma ampla. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>
<b>Adequação à regulação urbanística e ambiental</b>	<b>Garantia de atendimento às normas urbanísticas e ambientais</b>	<b>Atendimento às normas</b> de uso e ocupação do solo, urbanísticas, edilícias e ambientais.	As normas não foram consideradas totalmente no projeto e intervenções, nem foram criadas normas específicas e a área não poderá ser regularizada no âmbito urbanístico. <b>A situação tende à INADEQUAÇÃO.</b>

**LEGENDA DAS METAS E DESCRITORES**

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