



**ENAN
PUR 2023**
Belém 22 a 26 de maio



Ações integradas na urbanização de assentamentos precários a partir da drenagem sustentável: estudos sobre a bacia da Ramadinha¹

Camila Silva dos Santos

Graduanda em Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Campina Grande

Demóstenes Andrade de Moraes

Professor do curso de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal de Campina Grande

Sessão Temática 04: Convergências entre Urbanização e natureza

Resumo. A precariedade de habitação e os riscos socioambientais são realidades de muitos brasileiros que vivem em vulnerabilidade social nos assentamentos precários do país. A melhoria das condições desses espaços pode ser realizada por meio da sua urbanização. Em Campina Grande, cidade onde está localizado o objeto deste estudo, ocorreram ações pelo Programa de Aceleração do Crescimento na modalidade urbanização de assentamentos precários (PAC-UAP), maior programa de urbanização realizado no país, sendo em uma delas, a Urbanização da Região do Bodocongó, realizadas obras macrodrenagem em um corpo d'água e o reassentamentos de famílias que ocupavam suas margens. Porém suas ações foram básicas, convencionais e não integradas, apresentando problemas remanescentes, sobretudo quanto à continuação de alagamentos, vias ainda sem pavimentação e deficiências de equipamentos. Com isso, faz se necessário estudar alternativas e complementares de drenagem urbana, que consigam melhorias ambientais e integrar os elementos de urbanização. As abordagens defendidas nesse trabalho são o Desenho Urbano Sensível à Água (WSUD) e os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS) para gestão integrada das águas.

Palavras-chave. Favelas; Urbanização; Abordagem integrada; Gestão das águas; Drenagem sustentável.

Integrated actions in the urbanization of precarious settlements based on sustainable drainage: studies on the Ramadinha basin

Abstract. *The precariousness of housing and socio-environmental risks are realities of many Brazilians who live in social vulnerability in precarious settlements in the country. The improvement of the conditions of these spaces can be accomplished through their urbanization. In Campina Grande, the city where the object of this study is located, there were actions by the Growth Acceleration Program in the form of urbanization of precarious settlements (PAC-UAP), the largest urbanization program carried out in the country, one of which was the Urbanization of the Region do Bodocongó, macro-drainage works were carried out in a body of water and the resettlement of families that occupied its banks. However, their actions were basic, conventional and not integrated, presenting remaining problems, especially with regard to the continuation of flooding, unpaved roads and equipment deficiencies. With this, it is necessary to study alternatives and complementary urban drainage, which achieve environmental improvements and*

¹ Apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPQ.

integrate the elements of urbanization. The approaches defended in this work are the Water Sensitive Urban Design (WSUD) and the Sustainable Urban Drainage Systems (SUDS) for integrated water management.

Keywords: Slums; Urbanization; Integrated approach; Water management; sustainable drainage.

Acciones integradas en la urbanización de asentamientos precarios a partir del drenaje sostenible: estudios sobre la cuenca de Ramadinha

Resumen. *La precariedad de la vivienda y los riesgos socioambientales son realidades de muchos brasileños que viven en vulnerabilidad social en asentamientos precarios del país. La mejora de las condiciones de estos espacios se puede lograr a través de su urbanización. En Campina Grande, ciudad donde se ubica el objeto de este estudio, hubo acciones del Programa de Aceleración del Crecimiento en la modalidad de urbanización de asentamientos precarios (PAC-UAP), el mayor programa de urbanización realizado en el país, uno de los cuales fue la Urbanización de la Región do Bodocongó, se realizaron obras de macrodrenaje en un cuerpo de agua y el reasentamiento de familias que ocupaban sus riberas. Sin embargo, sus acciones fueron básicas, convencionales y no integradas, presentando problemas remanentes, especialmente en lo que se refiere a la continuación de inundaciones, caminos sin pavimentar y deficiencias de equipamiento. Con esto, es necesario estudiar alternativas y drenajes urbanos complementarios, que logren mejoras ambientales e integren los elementos de la urbanización. Los enfoques defendidos en este trabajo son el Diseño Urbano Sensible al Agua (WSUD) y los Sistemas de Drenaje Urbano Sostenible (SUDS) para la gestión integrada del agua.*

Palabras clave: Chabolismo; Urbanización; Enfoque integrado; Administración del Agua; Drenaje sostenible.

1. Introdução

Os assentamentos precários do tipo favela constituem o principal meio pelo qual a população em situação de vulnerabilidade socioeconômica tem acesso à moradia e à cidade no Brasil. Caracterizados pela precariedade, adensamento, insuficiências de infraestrutura e equipamentos e por estarem frequentemente localizados em áreas de risco, a melhoria e adequação das suas condições pode ser realizada por meio de projetos de urbanização e regularização. Estas condições de precariedade e risco expressam desigualdades e injustiças socioambientais estruturais que pouco se alteraram ao longo do tempo, mesmo com os programas de urbanização de assentamentos precários desenvolvidos no Brasil desde a década de 1980. Nestas condições de precariedade os riscos dos habitantes destes assentamentos têm se ampliado no contexto de mudanças climáticas e de aumento e intensificação dos desastres urbanos.

Em tal contexto marcado pela precariedade e riscos socioambientais, evidencia-se a relevância de avaliação de programas e projetos de urbanização de favelas para verificar o quanto estes têm apontado para o enfrentamento destas condições nas cidades brasileiras. Nesse sentido, o presente artigo traz alguns elementos importantes sobre a implementação de uma intervenção em Campina Grande - PB com recursos do Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), em sua modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), a intervenção na bacia da Ramadinha no âmbito do projeto de Urbanização da Região do Bodocongó. Vale ressaltar que o PAC-UAP, lançado em 2007, tornou-se o maior programa de urbanização de favelas da história e foi mais uma oportunidade para urbanizar alguns assentamentos precários desta cidade, considerando que este tipo de intervenção nunca se tornou uma prioridade na agenda pública municipal apesar de alguns avanços institucionais na primeira década dos anos 2000 (MORAES *et al.*, 2021).

Campina Grande, com uma estimativa de 413.830 habitantes (IBGE, 2021), é segundo município mais populoso da Paraíba e mesmo representando o segundo maior Produto Interno Bruto (PIB) do estado, com importante função econômica como capital regional, é expressão, também, de um processo de produção do espaço desigual e excludente expressa em assentamentos precários e de risco.

Grande parte dos assentamentos precários nas cidades brasileiras e também em Campina Grande estão próximos ou sobre corpos d'água. Todavia, historicamente, predominou nas intervenções

de urbanização destes assentamentos quanto à gestão das águas o objetivo de seu escoamento rápido em detrimento de uma abordagem mais ampla e integrada. Por outro lado, a maior parte das intervenções nos processos de urbanização tem ampliado a impermeabilização do solo, a diminuição da infiltração, o aumento do escoamento superficial e sua velocidade, o aumento de vazões, uma menor reserva dos aquíferos e a diminuição da evapotranspiração.

A gestão das águas está muito relacionada a gestão de seus fluxos, sendo a drenagem o sistema de manejo das águas urbanas. Se os sistemas de drenagem têm a função de reter, tratar e transportar águas pluviais, a drenagem convencional, comumente aplicada nos projetos de urbanização de favelas, apenas transferem a água para a jusante, aumentando as enchentes nesses locais e nem sempre resolvendo os problemas de alagamento nos locais onde a intervenção foi realizada.

É preciso registrar, ainda, que parte dos principais riscos, problemas e mesmo desastres urbanos, afeta principalmente os assentamentos precários e está relacionada à insuficiente aplicação de abordagens mais abrangentes e integradas em relação à gestão das águas. Nesse sentido, a abordagem do desenho urbano sensível às águas evidencia-se como relevante por propor o planejamento urbano relacionado aos processos naturais, protegendo e conservando seu ciclo natural, pensando em uma captação local das águas, a limpando, distribuindo e absorvendo o mais próximo do seu local de precipitação.

Um ponto de partida é a perspectiva da drenagem urbana sustentável, que busca oferecer alternativas e soluções para a retenção, armazenamento e/ou de infiltração das águas pluviais em locais mais próximos da precipitação e articuladas às demais intervenções e medidas estruturais e não estruturais relacionadas às dimensões urbanísticas, infraestruturais, ambientais e sociais.

Os conhecimentos consolidados relacionados à drenagem urbana sustentável já foram amplamente divulgados, mas o desinteresse na aplicação de algumas técnicas prescritas a partir dessa perspectiva pode denotar questões diversas, desde a insuficiente disseminação destes conhecimentos nos processos de formação técnica dos profissionais, passando pelas insuficientes capacidades técnicas dos proponentes públicos das intervenções de drenagem, até a predominância dos interesses das empresas executoras quanto à simplificação das obras a serem realizadas.

O estudo reportado no presente artigo diz respeito a uma avaliação crítica da intervenção da Urbanização da Região do Bodocongó, subárea da bacia da Ramadinha, a partir da abordagem da drenagem urbana sustentável. A área selecionada neste estudo integra a área de intervenção do PAC-UAP em Campina Grande mais abrangente quanto a obras e ao número de famílias beneficiadas. Todavia, essa intervenção, de forma geral, foi básica, convencional e não integrada. No artigo são apresentados, ainda, estudos de alternativas de medidas e intervenções de drenagem urbana sustentável complementares à urbanização avaliada.

2. A bacia da Ramadinha

A bacia da Ramadinha está localizada na cidade de Campina Grande - PB, entre os bairros Bodocongó, Ramadinha e Malvinas, região oeste do município (Figura 1).

A cidade é cortada por dois riachos: o riacho das Piabas, em sua área leste, e o riacho Bodocongó, na área oeste. O riacho das Piabas é um afluente do riacho Bodocongó, o qual deságua na região periurbana sul da cidade. A bacia da Ramadinha, com 128 ha de área, é cortada pelo riacho da Ramadinha, um afluente do riacho Bodocongó, já canalizado (MACHADO *et al.*, 2022, p. 124).

A bacia está localizada na região Oeste de Campina Grande, caracterizada por uma ocupação mais popular e por insuficiências de infraestruturas, serviços e equipamentos urbanos. Estima-se para a área da bacia uma população de 11.354 habitantes, com renda média dos responsáveis

por domicílio de cerca de 730 reais (IBGE, 2010). Porém, a intervenção realizada na área não contou com ações de regularização fundiária e as ações de urbanização foram parciais.

Na parte central da Bacia está localizada a Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) Invasão Ramadinha II, com partes nos bairros Bodocongó e Ramadinha (Figura 1). Essa ZEIS é identificada na Lei que regulamenta as ZEIS da cidade, Lei nº 4.806 de 23 de setembro de 2009, em seu Art. 12, inciso XIV. Já no seu Art. 36 são apresentados os objetivos das ZEIS: assegurar à função social da cidade e da propriedade, sendo prioritariamente destinadas à regularização fundiária, à urbanização e à produção de habitação de interesse social. A ZEIS Invasão Ramadinha II é reconhecida e classificada como ZEIS I, que são aquelas áreas ocupadas por assentamentos precários de população de baixa renda (CAMPINA GRANDE, 2009). Todavia, a urbanização realizada nesta ZEIS foi parcial, que ainda teve desenvolvidas ações de regularização fundiária.

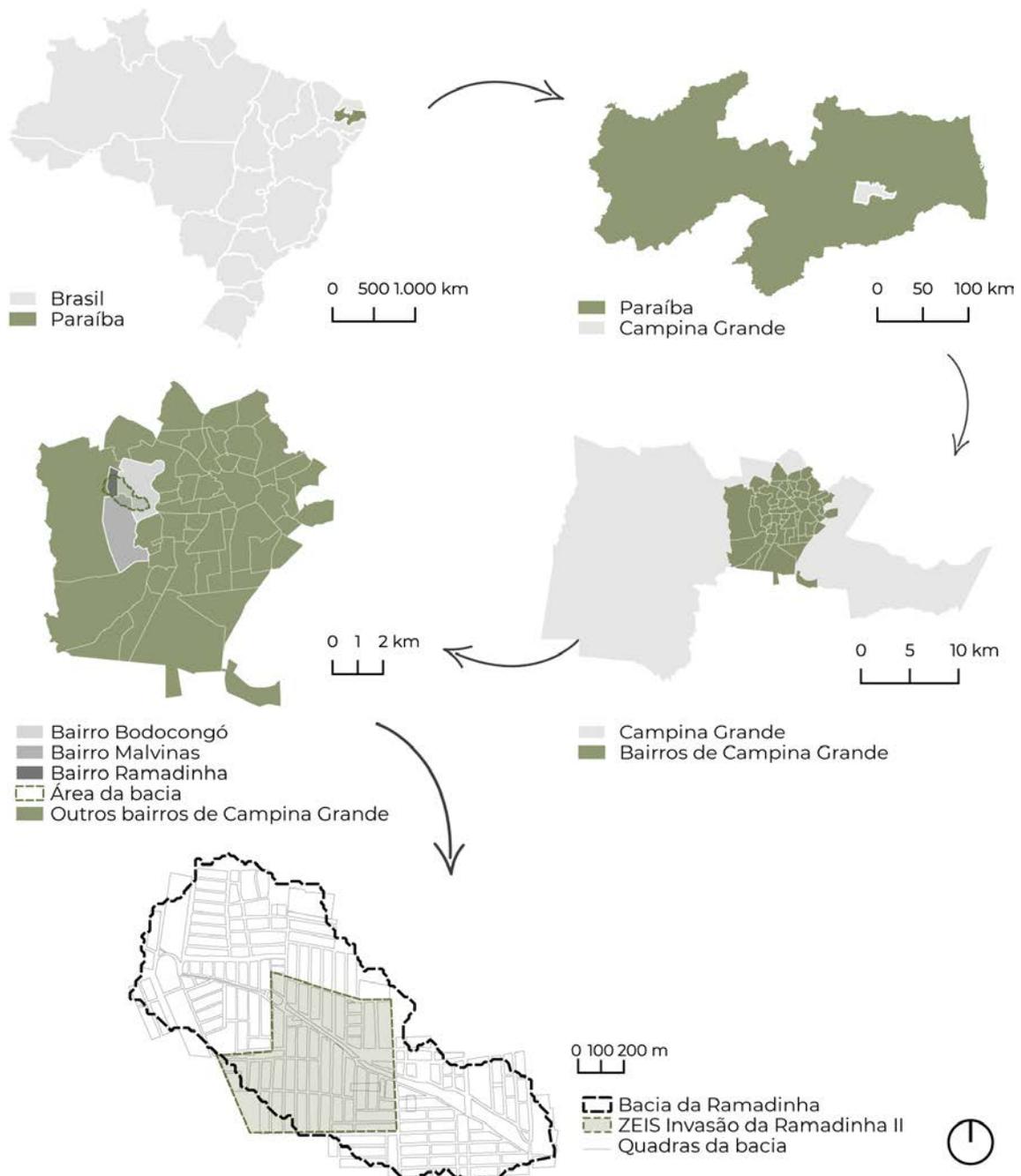


Figura 1. Localização da bacia da Ramadinha (fonte: elaborada pelos autores, 2022).

3. Problematicando as relações entre a gestão das águas urbanas e os assentamentos precários

Grande parte da população Brasileira sofre com as desigualdades estruturais que se rebatem nas cidades na forma de injustiças, precariedade e riscos socioambientais. São pessoas de baixa renda vivendo em moradias precárias localizadas em áreas conhecidas como assentamentos precários. Esses assentamentos são fruto de ocupações geralmente informais e podem ser do tipo: cortiços, loteamentos irregulares, favelas e conjuntos habitacionais degradados. Eles apresentam como principais características: predominância residencial, localização em áreas ambientalmente frágeis e sujeitos a riscos socioambientais, alto adensamento, insalubridade, deficiência de infraestruturas e equipamentos públicos, bem como, problemas de mobilidade e acessibilidade (BRASIL, 2010). As favelas, especificamente, são os assentamentos que agrupam moradias autoconstruídas, em áreas não regularizadas, ou seja, não são de propriedade ou não estão com as posses reconhecidas legalmente para os moradores, sem que os lotes e vias tenham desenhos regulares, e apresentando precariedade ou insuficiência de infraestruturas (BRASIL, 2010).

Os estudos realizados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística sobre os aglomerados subnormais, a despeito dos limites técnicos e metodológicos, são os mais amplos realizados em âmbito nacional sobre as favelas. Como não vêm sendo realizados estudos regulares pelos Municípios sobre estes assentamentos, estes estudos realizados pelo IBGE acabam se tornando a principal referência. Dados estimados (IBGE, 2020) revelam a existência de mais de cinco milhões de domicílios em 13.151 aglomerados subnormais. Em relação a Campina Grande, em 2019 foram identificados pelo IBGE 22 aglomerados subnormais (IBGE, 2020), mas a precariedade e o risco socioambiental abrangem mais assentamentos segundo alguns estudos recentes (ARAÚJO, 2019). Barbosa e Miranda (2022) realizaram um desses estudos e identificaram cerca de 40 assentamentos precários no município. O último levantamento municipal foi realizado em 2001.

Um ponto importante a ser levantado é que uma parcela desses assentamentos está localizada próxima ou sobre corpos d'água, sendo assim, as águas urbanas têm grandes impactos nos assentamentos em função da inadequação das ocupações e da histórica omissão estatal quanto à promoção de drenagem urbana sustentável. As águas urbanas têm suas condições alteradas pelos processos de urbanização que implicam na ampliação de superfícies impermeáveis, diminuindo a infiltração do solo e a reserva dos aquíferos, aumentando o escoamento superficial e aumentando a vazão dos cursos d'água (TUCCI, 2005). Com isso se intensificam os fenômenos hidrológicos, podendo ocorrer aumento dos níveis d'água pelo aumento da vazão (enchentes), transbordo dessas águas (inundação) e um acúmulo de água nas vias devido à insuficiência de sistemas de drenagem efetivos (alagamentos) (ALMEIDA, 2020).

Seria, portanto, fundamental que as intervenções tivessem uma abordagem urbanística integrada multidimensional e sensível às águas, com ênfase na questão da drenagem urbana, considerado que um problema gravíssimo que afeta a vida da população desses assentamentos são os alagamentos e as inundações. Esse fenômeno prejudica, ainda, o acesso da população aos comércios, serviços e aos equipamentos públicos do local onde vivem, mas também à cidade. Além disso existe a possibilidade de as águas invadirem as residências, significando riscos à integridade e à vida dos moradores destes assentamentos.

Considerando essa problemática, os estados e municípios têm enfrentado de modo parcial as situações de precariedade e risco socioambiental por meio de programas e projetos de urbanização desses assentamentos. Dentre os programas recentes destaca-se o Programa de Aceleração do Crescimento, na sua modalidade Urbanização de Assentamentos Precários (PAC-UAP), por ter se tornado o maior programa de urbanização de favelas do Brasil, considerando a ampliação da escala e o montante de recursos aplicado, mais de R\$ 29 bilhões, em 1.072 municípios, alcançando aproximadamente dois milhões de famílias. Foi a partir desse programa

que muitos municípios que não desenvolviam ações em favelas tiveram condições de intervir e os que tinham dificuldades para intervir em conjuntos de favelas, assentamentos maiores e mais complexos (ANTONUCCI e SAMORA, 2016). Além disso, por tratar das dimensões urbana, social, ambiental e fundiária, contribuiu para evidenciar a importância da abordagem integrada para as intervenções nos assentamentos (CARDOSO; DENALDI, 2018).

Embora as oportunidades para que as intervenções de urbanização de favelas promovidas pelo PAC-UAP fossem mais abrangentes, integrais e sustentáveis tenham sido maiores, em muitos casos, sobretudo quando se trata da drenagem, essas ações foram parciais e restritas a abordagens tradicionais racionalistas, com medidas estruturais convencionais. Denaldi e Ferrara (2018) apontam que as obras em cursos d'água se dão principalmente por meio da sua canalização.

Ferrara e Cardoso (2022), ao apresentarem um panorama geral de estudos de caso de projetos de urbanização realizados em bacias hidrográficas das cidades de São Paulo - SP (bacia do Ponte Baixa e bacia do Sapé), Curitiba - PR (bacia do Iguçu), Campina Grande - PB (bacia da Ramadinha), Belém - PA (bacia da Estrada Nova) e Recife - PE (bacia do Beberibe), mostram os projetos de drenagem, de forma geral, como convencionais, com abordagens restritas. Estas intervenções, se comparadas às concepções mais amplas de drenagem sustentável, não valorizaram as ações mais sensíveis às águas. Além disso, não priorizaram a articulação das ações de drenagem às questões de habitação e mobilidade e em relação a outras intervenções nos demais espaços das bacias.

Farr (2013) alerta que as práticas convencionais de drenagem acentuam ainda mais as enchentes a jusante, pelo volume que vai sendo acumulado ao longo do fluxo da descarga. Essas técnicas, voltadas para canalização dos corpos d'água, ainda diminuem a infiltração do lençol freático e podem causar erosão e sedimentação em trechos de escoamento, degradação da qualidade da água e de habitats. Além disso, ao ocorrerem intervenções em cursos d'água, estas, muitas vezes, desconsideram os assentamentos precários como um todo e focam apenas no entorno imediato desses cursos (DENALDI, 2022).

Pelo PAC-UAP na cidade de Campina Grande foram realizadas quatro intervenções em assentamentos precários, sendo elas: a Invasão “Línea” férrea do Araxá, tendo como objetivos a eliminação de riscos e provisão habitacional; a Urbanização da Região do Bodocongó, com ações de provisão de habitação e infraestruturas; a Urbanização da Invasão Novo Horizonte, com ações de provisão habitacional e a urbanização integral; e a Urbanização da Região Sudoeste, objetivando a integração de três assentamentos precários ao bairro e a cidade (OLIVEIRA, 2019). De forma geral, as intervenções mencionadas não resolveram os problemas urbanísticos, infraestruturais e ambientais de forma integral. No caso da bacia da Ramadinha, objeto desse estudo, no tocante às intervenções de drenagem, as abordagens foram convencionais e muito restritas aos corpos d'água e seu entorno imediato.

4. A drenagem urbana sustentável para união da gestão urbana e ambiental

Entre os conhecimentos técnicos acumulados disponíveis e o que é implementado nas intervenções de urbanização de assentamentos precários há uma grande distância. Parte desse distanciamento pode estar relacionado às capacidades e interesses de contratantes, projetistas e executores. Mas, do ponto de vista técnico, um projeto de urbanização de um assentamento precário precisaria ser integrado, abrangendo as dimensões urbanísticas, ambientais, sociais, institucionais, regulatórias, fundiária etc., e integral, prevendo e implementando ações e obras necessárias para urbanizações completas. Também deveria ser sustentável, articulando as dimensões e possibilitando uma gestão e a manutenção das intervenções após a urbanização. Por fim, seria necessário que a intervenção fosse abrangente, integrando ações em bacias hidrográficas, com seu entorno e com a cidade (MACHADO *et al.*, 2022).

Apesar dos avanços desde os anos 1990, a partir de vários programas de urbanização de favelas no Brasil, com o reconhecimento da importância de se planejar de modo a integrar diversas dimensões para além do território dos assentamentos, a partir das sub-baciais como unidades espaciais de planejamento, , ainda predominam as intervenções que, além de não terem essas características, ainda estão distantes de uma abordagem a partir da drenagem urbana sustentável. E as intervenções na bacia da Ramadinha expressam estas predominâncias quanto à desarticulação temática e espacial.

Gerir o ciclo da água abrange também a gestão de seus fluxos, sendo fundamental que as intervenções de drenagem urbana sejam implementadas de forma abrangente, integrada e sustentável (UNESCO, 2006), considerando que as alternativas convencionais de drenagem, muitas vezes, levam o problema a jusante. A drenagem urbana sustentável é, portanto, ainda mais importante para a urbanização de assentamentos precários, podendo criar melhores condições urbanas para as comunidades, melhorar o meio ambiente e reduzir a vulnerabilidade a inundações. Suas técnicas podem ser integradas ao planejamento urbano dessas localidades e, sua implementação inclui pavimentação de vias, regularização de calçadas, criação e acesso a parques e praças entre outras intervenções (ALVES *et al.*, 2022).

Quanto a Campina Grande, as ações de urbanização do PAC-UAP aconteceram exatamente em assentamentos próximos a margens de cursos d'água, necessitando assim de intervenções complexas de macrodrenagem e de drenagem urbana. Porém, as intervenções, sobretudo na área da bacia da Ramadinha, foram norteadas por abordagens convencionais e racionalistas, com a canalização de curso d'água, distantes de uma abordagem integrada e sustentável (Figura 2).



Figura 2. Área de intervenção pelo PAC na bacia da Ramadinha (fonte: elaborada pelos autores, 2022).

Pode haver dificuldades na disseminação e apropriação de conhecimentos técnicos sobre as abordagens multidimensionais integradas para a drenagem sustentável, mas a hipótese principal para o PAC-UAP em Campina Grande é de desinteresse de proponentes-contratantes públicos e

de contratados-executores, que buscaram intervenções simplificadas, convencionais e, aparentemente, menos custosas. Em relação aos custos, seria fundamental ampliar a compreensão sobre a complexidade das intervenções e a respeito da necessidade da integração das dimensões para a sustentabilidade, dando centralidade à questão da drenagem urbana. Os investimentos em intervenções mais abrangentes integradas poderão significar a diminuição dos custos de manutenção e de intervenções complementares ou corretivas adiante. Vale ressaltar, ainda, que mesmo a partir de um concepção convencional de intervenção, houve problemas referentes aos projetos específicos de drenagem na bacia da Ramadinha (OLIVEIRA, 2019).

Considera-se os cursos d'água como elemento central destas intervenções, visto que eles têm implicações não apenas às questões ambientais, como também à habitação, mobilidade e infraestruturas. Em uma intervenção urbana que envolva esses cursos, comumente é necessário também haver remoções de famílias e tratamento paisagístico no seu entorno, criação de novas vias e adequação das infraestruturas de água e saneamento (DENALDI e FERRARA, 2018). Tais remoções deveriam ser realizadas como reassentamentos para áreas próximas e com a participação ampla das famílias afetadas, assegurando condições adequadas de habitabilidade e as relações de vizinhança construídas pelos moradores. Em relação à bacia da Ramadinha, parte dos ocupantes das margens do riacho foram reassentados em um empreendimento do Programa Minha Casa Minha Vida e parte recebeu indenizações por benfeitorias, com dificuldades nas negociações em decorrência de discordâncias das famílias a respeito dos valores oferecidos pela prefeitura.

Tendo em vista que a maioria das intervenções de drenagem realizada nos assentamentos precários é convencional e restrita, seria importante a utilização de técnicas que consigam absorver e distribuir as águas urbanas o mais próximo do seu local de precipitação, para que ela possa ser devolvida a natureza. Isso poderia ocorrer no âmbito da intervenção mais ampla ou, também, de forma complementar, após a urbanização. Com isso as águas urbanas teriam um menor escoamento superficial, podendo reduzir as situações de alagamento. Uma alternativa para tal questão são os Sistemas Urbanos de Drenagem Sustentável (SUDS). Esses sistemas usam técnicas para o controle na fonte, por meio da infiltração, evaporação, evapotranspiração ou armazenando da água. Para isso, medidas estruturais de engenharia podem ser combinadas com as não estruturais (medidas corretivas ou preventivas por diretrizes legislativas ou institucionais) (LOURENÇO, 2014).

Segundo Alencar (2016), os SUDS tratam a vegetação e o solo como parte da solução, como elementos fundamentais das técnicas de drenagem e não apenas para embelezamento dos espaços, integrando tecnologia a pequenas intervenções. São áreas que podem ser usadas para conectar vegetação, condução de água, melhorar o microclima, acomodar funções de outras infraestruturas urbanas, criar espaços para a recreação e melhorar o meio ambiente e a estética dos espaços.

Dentre os diferentes SUDS existentes, os mais conhecidos são: a bacia de retenção; a trincheira de infiltração; o poço de infiltração; o pavimento permeável; as faixas filtrantes; sistemas de captação de água de chuva (tanques/cisternas) (ALVES, 2021; LOURENÇO, 2014).

Se estes sistemas tivessem sido planejados em conjunto com outras medidas estruturais e não estruturais e implantados na bacia da Ramadinha vários problemas constatados neste estudo e descritos adiante no artigo poderiam ter sido resolvidos ou terem seus efeitos diminuídos. Outra questão importante é que poderiam se tornar sistemas apropriáveis pela população, com potenciais de se tornarem tecnologias sociais para o estabelecimento de novas relações entre os moradores e os ambientes onde vivem.

Em relação ao meio ambiente, os SUDS podem auxiliar no aumento das áreas de vegetação, diminuição da erosão do solo, aumento da reserva de aquíferos, recuperação de cursos d'água e conseqüentemente da fauna e flora nele existentes. Já se tratando de habitação, em uma visão ampla como habitat urbano, é possível considerar as potenciais melhorias ambientais pela criação

de novos espaços livres em áreas sem uso e que não cumprindo sua função social, para vários usos, como espaços para lazer e recreação ou para a implantação de equipamentos públicos. Algo fundamental nos assentamentos precários, tendo em vista que parte significativa das moradias tem dimensões reduzidas e é desconfortável refere-se à apropriação dos espaços públicos como extensão das casas e como espaços de transição entre o privado e público para as interações de vizinhança (“quando a rua vira casa”).

Quanto à mobilidade, os SUDS podem estar integrados à reforma ou construção de vias, além de melhorar o acesso de pedestres e veículos, ao diminuir os alagamentos (SANTOS, 2022, no prelo). Algo também muito importante, tendo em conta que a pavimentação, drenagem e reestruturação das vias é sempre uma das maiores demandas dos moradores de assentamentos precários, de forma direta aos órgãos e agentes municipais ou por meio de instâncias de participação, como o Orçamento Participativo. E em assentamentos como a ZEIS Invasão Ramadinha II, os problemas de alagamentos em vias próximas ao curso d’água antes da intervenção do PAC-UAP, além de ameaçar a integridade dos moradores, os impossibilitava de trafegar por várias ruas em períodos de chuvas intensas.

A aplicação de sistemas sustentáveis na área objeto do estudo relatado neste artigo, de forma complementar à urbanização convencional restrita, poderia, portanto, auxiliar na criação de espaços verdes e de lazer, melhorias nos equipamentos, pavimentação de vias e calçadas, de forma a ampliar as condições de sustentabilidade.

5. Condicionantes para a regulação e intervenção na bacia da Ramadinha

Para verificar as possibilidades de implantação de medidas alternativas de drenagem urbana sustentável e medidas não estruturais foi importante neste estudo considerar os condicionantes no âmbito da regulação urbanística e ambiental e, também, alguns aspectos das condições habitacionais, de mobilidade e de saneamento e meio ambiente e suas relações com a questão da drenagem.

No âmbito da regulação urbanística, a bacia da Ramadinha integra a Zona de Recuperação Urbana (ZRU), definida pelo zoneamento urbano previsto no Plano Diretor de Campina Grande (Lei nº 003, de 09 de outubro de 2006). Essa zona foi caracterizada nesta lei pelo uso predominantemente residencial, a carência de infraestrutura e equipamentos públicos e a incidência de loteamentos irregulares e dos assentamentos precários. No Art. 19 do Plano Diretor foram descritos os objetivos para esta zona, que são: complementar a infraestrutura básica; implantar equipamentos públicos, espaços verdes e de lazer; promover a urbanização e a regularização fundiária dos núcleos habitacionais de baixa renda; incentivar a construção de novas habitações de interesse social; e conter a ocupação de áreas ambientalmente sensíveis (CAMPINA GRANDE, 2006). A partir da urbanização realizada pelo PAC UAP na área, as infraestruturas foram implementadas parcialmente, sem a criação de nenhum espaço verde ou de lazer e sem a implantação de novos equipamentos. Tampouco foram realizadas ações de regularização fundiária. A prioridade da intervenção do PAC-UAP foi a canalização do curso d’água a partir da desocupação de suas margens com a remoção de ocupantes que nelas habitavam e o reassentamento de parte deles para um empreendimento do PMCMV em outro local, distante 1,1km da área da ocupação original.

Em relação à intervenção realizada pelo PAC-UAP a área priorizada para a urbanização foi o entorno imediato do curso d’água, com obras iniciadas em 2007, ainda não concluídas e sem previsão de finalização. Essa ação fez parte da Urbanização da Região de Bodocongó, que teve ações também na comunidade São Januário, localizada no bairro Serrotão.

A intervenção na Região de Bodocongó teve um orçamento final de 49.916.500,44 de reais e as obras previstas no Plano de Trabalho foram: serviços preliminares, terraplanagem, aquisição e

desapropriação de terrenos, regularização fundiária, produção e aquisição de unidades habitacionais, abastecimento de água, esgotamento sanitário, energia elétrica, pavimentação e calçadas, micro e macrodrenagem pluvial. Além das obras, foram desenvolvidas ações de trabalho social em três campos de atividades: mobilização social; educação sanitária e ambiental; e geração de trabalho e renda (MORAES *et al.*, 2021). Segundo Machado *et al.*, (2022) 1.783 famílias foram beneficiadas com a intervenção.

As ações do PAC-UAP realizadas na área da bacia da Ramadinha foram básicas, desvinculadas entre si e da realidade do local, bem como, restritas ao canal e seu entorno. Para o estudo reportado nesse artigo, o objeto analisado foi a área da bacia, considerando as intervenções deste programa federal.

Analisou-se no estudo as condições de habitação, mobilidade e drenagem da área da bacia a partir de descritores propostos por Moretti e Denaldi, somados aos propostos por Machado *et al.* (2022). Foram selecionados os descritores que estavam relacionados às soluções de drenagem já usadas no local, a possíveis áreas de aplicação dos SUDS e às ações que poderiam facilitar sua utilização (Quadro 1). A dimensão da habitação, nesse caso, além do descrito referente ao reassentamento de famílias que estavam em áreas não consolidáveis e importantes para a drenagem, foram consideradas a existência de áreas permeáveis em lotes e a qualidade das áreas de uso público, espaços que poderiam receber os SUDS. Já na mobilidade a intenção foi verificar como ocorre a circulação de pedestres e de veículos, visto que muitos sistemas de drenagem sustentáveis podem ser aplicados em vias e calçadas. Na dimensão da drenagem e meio ambiente os descritores já são relacionados ao tema foco desse trabalho e também tratam de áreas potenciais a aplicação de SUDS.

Quadro 1. Síntese da avaliação das condições e interferências e possibilidades para a drenagem sustentável (fonte: Moretti e Denaldi, 2018; Machado *et al.*, 2022. Avaliações e definição das interferências e possibilidades pelos autores, 2022).

Metas	Descritores	Avaliação	Interferências e possibilidades para a Drenagem Sustentável
Garantia de moradia adequada para as famílias removidas	Reassentamento das famílias em unidades prontas, próximas ao núcleo original e em locais adequados	Reassentamento para local sem risco, com disponibilidade de equipamentos e serviços a 1,1 km de distância do local de origem. Situação tende à ADEQUAÇÃO.	A partir da remoção de famílias de áreas de risco de alagamento é possível adotar soluções de drenagem nesses locais
Redução das situações de adensamento excessivo e solução das situações de insalubridade	Existência de uma fração mínima de terra por unidade habitacional	Estão com percentuais abaixo do estabelecido em norma apenas cerca de 7% dos lotes em relação ao percentual de ocupação e 2,52%, ao percentual de permeabilidade. A análise, porém, foi comprometida pela falta de dados de parte da bacia e é preciso se atentar as áreas mais adensadas na área da ZEIS, mesmo sendo em porcentagens permitidas pela legislação.	Quando há percentuais maiores de áreas permeáveis é possível diminuir os impactos das águas pluviais sobre as vias e infraestruturas. Também seria possível a implementação de dispositivos de drenagem sustentável nas áreas permeáveis.
Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e oferta de equipamentos públicos	Metragem quadrada por domicílio de áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros	Considerando não haver parâmetros para ZRU, seria possível considerar como parâmetro mínimo os 15% destinados a equipamentos e espaços de uso público / área verde em área de ZEIS. Na área da bacia, menos de 1% da área é destinada a esse uso, não havendo na área da ZEIS, nenhuma área pública destinada a lazer. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	Alguns sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em áreas de uso comum. Quanto mais dessas áreas, maior a possibilidade da aplicação desses sistemas.

Ampliação e qualificação das áreas de uso comum e aumento da oferta de equipamentos públicos	Localização, distribuição e tratamento paisagístico das áreas de uso comum qualificadas para uso público: praças, parques, equipamentos de lazer, entre outros	Não houve oferta de equipamento de lazer a uma distância percorrida a pé de no máximo 500 m a pé. A área correspondente à ZEIS não possui nenhum equipamento de lazer. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	Alguns sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em áreas de equipamentos, quanto mais se tiver dessas áreas, maior a possibilidade de sua. Além disso, as situações de alagamento dificultam o acesso aos equipamentos
	Existência dos equipamentos públicos (escolas, postos de saúde etc.) na área e/ou nas proximidades do assentamento	Não houve oferta de novos equipamentos públicos no perímetro e entorno, sendo necessário percorrer uma distância maior que 500m a pé. A área correspondente à ZEIS não possui nenhum equipamento de saúde ou educação. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	
Pavimentação adequada das vias	Pavimentação implementada de forma conjugada às soluções de abastecimento de água, esgotamento sanitário e drenagem	A pavimentação foi realizada de forma desconectada das infraestruturas, principalmente de drenagem, já que, muitas ruas e residências sofrem com alagamentos. Algumas vias da ZEIS, inclusive nem apresentam pavimentação. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	Se essa pavimentação foi implementada junto com soluções de drenagem, problemas de alagamento serão diminuídos
Atendimento dos domicílios por transporte público	Percentual de domicílios atendidos por transporte público em um raio de 500 metros	Todas as residências da bacia são atendidas por transporte público no raio de 500m (considerando os pontos de ônibus). Situação tende à ADEQUAÇÃO.	As situações de alagamento dificultam o acesso aos pontos de ônibus
Possibilidade de acesso de veículos utilitários e caminhões no sistema viário	Percentual de vias que permitem acesso de caminhão	Todas as vias da bacia apresentam largura maior que 3,5m, possibilitando acesso por caminhão. Situação tende à ADEQUAÇÃO.	Alguns tipos de sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados nessas vias, melhorando também o acesso da população em dias de chuva e prováveis alagamentos
Qualidade da circulação pedestres	Condições de acessibilidade para pedestres	Cerca de 44% das vias não apresentam calçadas, ou apresentam calçadas fora dos padrões. Porcentagem que deveria ser abaixo dos 30%. A área correspondente a ZEIS apresenta a maior concentração das irregularidades em calçadas. Situação tende à INADEQUAÇÃO.	Alguns tipos de sistemas de drenagem sustentável podem ser aplicados em calçadas, melhorando também o acesso da população em dias de chuva e prováveis alagamentos
Adequação das soluções de drenagem das águas pluviais	Existência de estruturas adequadas de macrodrenagem	Há estruturas adequadas de macrodrenagem na área de intervenção, embora não tenha sido considerados os impactos da intervenção nas áreas a jusante. Situação tende à ADEQUAÇÃO	Descritores já relacionados a drenagem
	Existência de estruturas adequadas de micro drenagem	As estruturas de micro drenagem não abrangem todas as vias da bacia de estudo, nem a totalidade da área da ZEIS, sendo concentrada no entorno do canal da Ramadinha. Situação tende à INADEQUAÇÃO	

	Existência de dispositivos alternativos e complementares de drenagem	Não houve um projeto específico com objetivo de adoção de técnicas complementares de drenagem sustentável. Situação tende à INADEQUAÇÃO	
	Garantia de medidas não estruturais adequadas em relação à drenagem	Embora tenham ocorrido ações sociais na intervenção, estas não estiveram focadas na problemática de drenagem. Situação tende à INADEQUAÇÃO	
	Limpeza e remoção de detritos no sistema de drenagem	Não ocorrem serviços adequados e/ou regulares de limpeza e remoção de detritos de maneira preventiva, e sim corretiva. Situação tende à INADEQUAÇÃO	
Recuperação das áreas de margens de cursos d'água e nascentes	Destinação dada aos terrenos situados junto a cursos d'água - preservação e recuperação da vegetação	Os terrenos situados junto ao canal não receberam nenhum tratamento paisagístico, parte deles, inclusive, estão situados dentro da ZEIS. Situação tende à INADEQUAÇÃO	
	Utilização de faixa de 15 a 30 metros prioritariamente para implantação de usos urbanos de baixo impacto, como equipamentos sociais, áreas de lazer, parques etc.	Famílias que moravam na faixa dos 15m foram reassentadas, com isso, essa faixa possui uso de baixo impacto, servindo apenas como vias ou estão sem uso. Situação tende à ADEQUAÇÃO	Essas são áreas de potencial para aplicação de sistemas de drenagem sustentável
Aumento do percentual de áreas permeáveis e com cobertura vegetal e arborização	Percentual de áreas permeáveis (excetuando-se as áreas de lotes)	De forma geral, todas as áreas públicas livres, com exceção das vias, são de solo natural ou de pavimento permeável, correspondendo a aproximadamente 9,4% da área total da bacia. Situação tende à ADEQUAÇÃO	

Na avaliação de habitação a maioria das situações tende à inadequação, sendo necessário pensar em soluções complementares. Com o reassentamento das famílias em situação de risco no entorno do canal, esse espaço se tornou potencial para receber soluções de drenagem urbana sustentável. Existem também lotes com baixa permeabilidade, sendo necessário criar alternativas, em outras áreas, para compensar esse problema. Também foram encontradas poucas áreas de uso público na bacia, e como estes são espaços possíveis para recebimento dos SUDS, é necessário criar novos equipamentos e melhorar as áreas livres dos disponíveis, sobretudo de lazer, maior demanda da área.

Quanto à mobilidade, também ocorre mais inadequações. Ainda existem vias sem pavimentação e calçadas que necessitam ser construídas. Cabe, nesse caso, a realização da pavimentação dessas vias e a construção de passeios poderia ocorrer de modo articulado com soluções de drenagem sustentável.

No caso da drenagem e meio ambiente, as inadequações também são maioria. A micro drenagem não abrange toda a área da bacia, não foram adotadas alternativas técnicas complementares e nem medidas não estruturais. Nesse caso, fica ainda mais clara a necessidade de buscar alternativas complementares e não convencionais de drenagem.

É importante destacar que em Campina Grande chove bastante em um período curto de tempo, sobretudo no primeiro semestre do ano, o que causa alagamentos e inundações (MACHADO *et*

al. 2022). Tais problemas impactam ainda mais os assentamentos precários tendo em vista a vulnerabilidade de seus habitantes e suas condições de moradia, reforçando, assim, as históricas injustiças socioambientais. Por isso, as ações voltadas para a promoção da drenagem urbana sustentável deveriam se tornar prioridades na agenda pública municipal. Porém a abordagem relativa as intervenções de drenagem da urbanização da bacia da Ramadinha foram convencionais, por meio da canalização do riacho e da construção de caixas coletoras no seu entorno, se distanciando de uma abordagem integrada e sustentável. Os problemas de inundação e de alagamentos continuaram, mesmo com impactos menores, agravados pela insuficiência de rede de esgotamento sanitário em seu entorno.

Pensar em intervenções urbanísticas complementares, alternativas nos campos ambiental e da drenagem urbana sustentável, considerando os históricos problemas relacionados a inundações e alagamentos na bacia da Ramadinha, seria fundamental, com prioridade à área da ZEIS, visto que a urbanização ficou limitada ao canal e seu entorno.

6. Considerações sobre a utilização de técnicas e dispositivos de drenagem urbana sustentável na bacia da Ramadinha

No estudo sobre as alternativas de drenagem urbana sustentável para a área da bacia da Ramadinha foram avaliadas alternativas para a implantação dos SUDS. Esses sistemas, se integrados aos demais elementos de urbanização, possibilitariam, uma provável diminuição dos alagamentos e inundações e se sua implantação fosse integrada à pavimentação de ruas nas ZEIS e em outras vias da bacia, seria possível promover a regularização de calçadas e a criação de áreas verdes e de lazer no entorno do canal. Também poderiam ser promovidas mudanças no desenho urbano da área, tanto dos locais de possível implementação desses sistemas, como seu entorno, trazendo mais integração para os espaços. A partir disso, uma aproximação entre a gestão das águas urbanas e o planejamento e desenho urbano poderia ser viabilizada. Todos estes investimentos em planejamento e desenho urbano para a implantação dos SUDS de forma integrada implicariam em mais recursos na urbanização complementar? Sim, mas poderiam significar menos recursos em manutenção e em intervenções corretivas no futuro.

Em relação à legislação, para o estudo de alternativas, foram analisadas algumas leis municipais que podem impactar nas condições de drenagem urbana: (i) o Plano Diretor (Lei Complementar nº 003 de 09 de outubro de 2006); (ii) a Lei que regulamenta as ZEIS (Lei nº 4.806 de 23 de setembro de 2009); (iii) o Código de Defesa do Meio Ambiente (Lei Complementar nº 042 de 24 de setembro de 2009); (iv) o Código de Obras (Lei nº 5410/13 de 23 de dezembro de 2013) e (v) o Plano de Mobilidade de Campina Grande (Lei Complementar nº 004/2015).

Quanto aos parâmetros urbanísticos, existem medidas referentes à quantidade de solo ocupado, que afetariam diretamente a infiltração da água, bem como, as relacionadas a áreas permeáveis, de APP, de equipamentos e a larguras de vias e calçadas, espaços potenciais à aplicação dos sistemas de drenagem sustentável. Estes foram sintetizados no quadro 2.

De forma geral, embora grande parte dos parâmetros se mostre pertinente, há algumas inadequações ou lacunas. Quanto à largura de vias, áreas essenciais às questões de drenagem visto que por elas ocorre grande parte do escoamento superficial, e sobre a porcentagem de áreas destinadas a equipamentos públicos e áreas verdes e de lazer, foram estabelecidos parâmetros apenas para as ZEIS, inexistindo medidas ou índices para as demais áreas da cidade. Também faltam medidas para a taxa de ocupação máxima para as ZEIS.

Quadro 2. Síntese dos parâmetros urbanísticos e legais municipais que impactam na drenagem sustentável e melhoria urbana (fonte: Campina Grande, 2009a; Campina Grande, 2009b; Campina Grande, 2013; Campina Grande, 2015. Sistematizado pelos autores, 2022).

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

Há também instrumentos relacionados à drenagem urbana sustentável e às melhorias urbanas. No Plano Diretor destaca-se: programas e projetos especiais de urbanização; zonas especiais de interesse social; direito de preempção; desapropriação; estudo de impacto de vizinhança; e licenciamento ambiental (CAMPINA GRANDE, 2006). A maioria destes instrumentos poderiam ser utilizados nos projetos e intervenções de urbanização de assentamentos precários, com exceção do direito de preempção e do estudo de impacto de vizinhança, que não foram regulamentados. A prioridade deveria ser dada às ZEIS, fazendo cumprir sua função social, bem como, para garantir reassentamentos e a construção de equipamentos, áreas de lazer e áreas verdes. Vale ressaltar que há outra área com características de assentamento precário, como o uso predominantemente residencial, a ausência de serviços de infraestrutura básica e a existência de pelo menos 50 domicílios, e por isso poderia ser transformada em ZEIS 1.

No Plano de Mobilidade são evidenciados os seguintes instrumentos: a restrição e controle de acesso e circulação, permanente ou temporário, de veículos motorizado em locais e horários predeterminados; a dedicação de espaço exclusivo nas vias públicas para os serviços de transporte público coletivo e modos de transporte não motorizado; a implantação de políticas de uso e ocupação do solo e de desenvolvimento urbano associadas ao sistema de transporte coletivo; a fiscalização com vistas a garantir a conservação e a implantação de passeios em logradouros públicos (CAMPINA GRANDE, 2015). A combinação dessas medidas poderia garantir a priorização do pedestre e dos transportes coletivos e não motorizados, favorecendo a oferta de vias e calçadas que poderiam receber a aplicação de técnicas sustentáveis de drenagem urbana. Estas diretrizes foram definidas após o desenvolvimento dos projetos para a bacia da Ramadinha e, portanto, só poderiam ser considerados em ações e intervenções complementares pós-urbanização.

O Código de Defesa do Meio Ambiente apresenta alguns instrumentos como: a educação ambiental; mecanismos de benefícios e incentivos com vistas à preservação e conservação dos recursos ambientais, naturais ou criados; criação de espaços especialmente protegidos; estabelecimento de padrões de qualidade ambiental; monitoramento ambiental; fundo municipal de meio ambiente; avaliação de impacto ambiental; licenciamento ambiental; fiscalização ambiental (CAMPINA GRANDE, 2009). Esses instrumentos poderiam auxiliar na implantação da drenagem urbana sustentável e as melhorias ambientais dos espaços, como os relacionados aos cursos d'água, como medidas não estruturais.

Identificou-se, também, os espaços mais susceptíveis à inundação e onde ocorrem mais alagamentos na área da bacia, mesmo depois da urbanização, e que constituiriam em espaços com potencial ao recebimento dos sistemas sustentáveis. Veiga et al (2023, no prelo) desenvolveu estudos sobre a bacia que combinaram os critérios de declividade do terreno, proximidade do canal, cobertura do solo, conectividade e densidade urbana, tendo identificado as áreas suscetíveis à e os principais pontos de alagamentos da bacia da Ramadinha, apresentados na figura 3. Estando, então, as áreas mais suscetíveis localizadas no entorno do canal, sobretudo a noroeste da bacia. Assim, as medidas não estruturais e a implantação de técnicas de drenagem sustentável no pós-urbanização deveriam considerar estas condições e áreas prioritárias de forma estratégica, mas sem perder de vista a abrangência da bacia e a diretriz de integração.

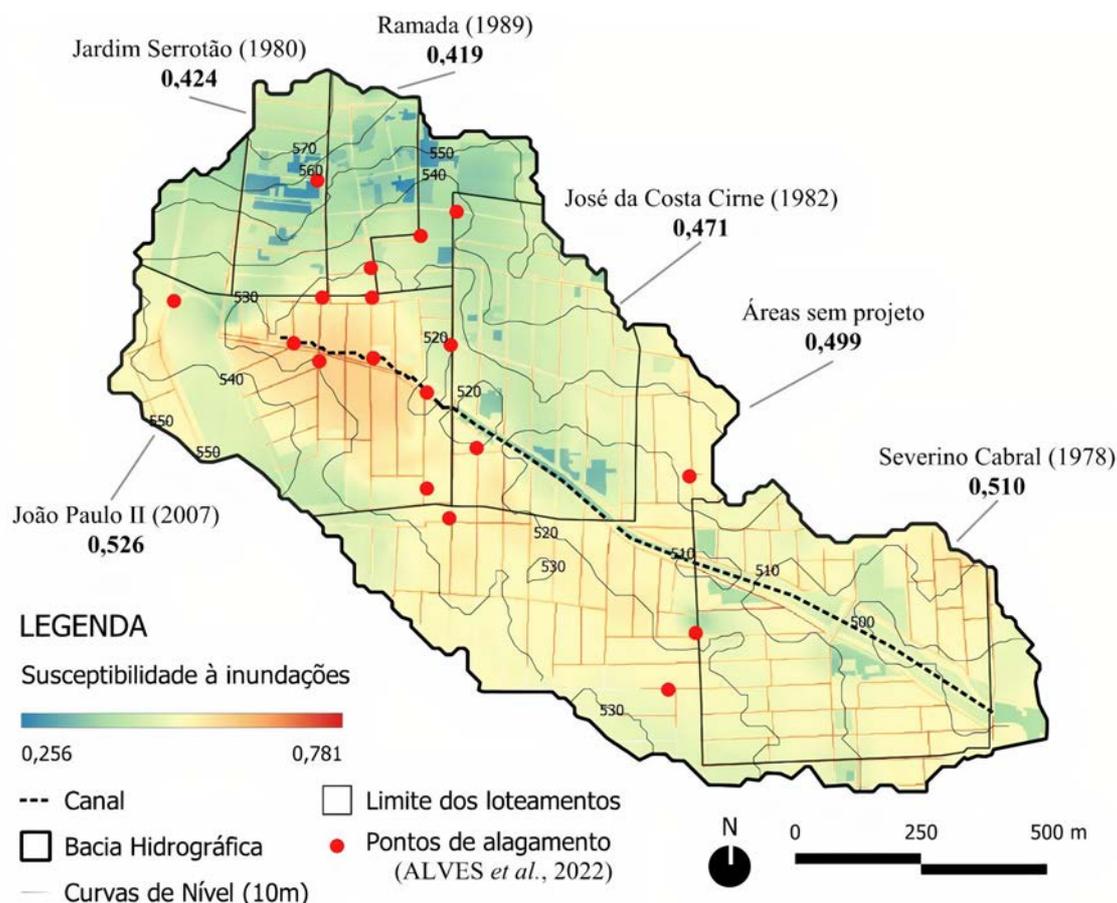


Figura 3. Cartograma de susceptibilidade à inundação e alagamento da bacia da Ramadinha (fonte: Veiga et al, 2023, no prelo).

É importante destacar que esses critérios ainda indicam quais fatores que ao serem modificados contribuiriam para a melhoria das condições da área para evitar alagamentos. Seria possível realizar intervenções em algumas áreas sem uso próximas ao canal, vias sem pavimentação e

trechos não pavimentados e em parcelas dos lotes onde foram implantados equipamentos público que estão sem uso.

As áreas públicas e sem uso no entorno do canal deveriam, portanto, se constituir em prioridades para as intervenções complementares, por se mostraram mais deficientes na avaliação das condições de drenagem (Figura 4). Desse modo, com estas intervenções, seria possível a retenção de parte da água de escoamento e a diminuição de impactos decorrentes de chuvas intensas e repentinas, protegendo os moradores e usuários do local. Tais áreas do entorno poderiam, ainda, ser usadas para criação de um parque linear, contribuindo para a oferta de equipamentos de lazer, insuficientes na área da bacia.

As vias sem pavimentação localizadas dentro da ZEIS Invasão da Ramadinha II também são áreas com potenciais para receber os SUDS, visto que este assentamento encontra-se urbanizado parcialmente, já que as ações de urbanização do PAC-UAP foram insuficientes.

Para buscar alternativas de drenagem sustentável para a área mais suscetível a alagamentos na região noroeste, considerando que as áreas sem uso e permeáveis próximas são menores, é possível considerar algumas ações em vias sem pavimentação a montante dessa área, para garantir a retenção de parte das águas das chuvas antes de sua chegada nessa área mais crítica. Intervenções nessas vias, também garantiriam a melhoria da mobilidade e da acessibilidade nesse setor da bacia.



Figura 4. Cartograma de áreas, vias e equipamentos selecionados para aplicação dos SUDS (fonte: elaborada pelos autores, 2022).

Os SUDS também podem ser implantados nas duas escolas públicas e nas duas Unidades Básicas de Saúde (UBS) localizadas dentro da bacia, pois Alves (2021) constatou a possibilidade

de uma diminuição de pontos de alagamento próximos aos equipamentos públicos na área da bacia da Ramadinha, se estes recebessem técnicas de drenagem sustentável (Figura 4).

A trincheira de infiltração, o pavimento permeável e o sistema de biorretenção foram os SUDS mais viáveis a partir das análises realizadas nesse estudo, considerando que envolvem menores movimentações de terra e suas partes componentes são apenas variações de camadas de solo, vegetação e geotêxtil. Assim, se constituiriam em sistemas mais econômicos e de mais fácil manutenção para as condições estudadas. Para cada um deles existe características específicas de aplicação, como o uso e inclinação indicados, descritos no quadro 3.

Quadro 3. Principais características dos SUDS escolhidas para aplicação (fonte: Alves, 2021; Lourenço, 2014. Sistetizado pelos autores, 2022).

SUDS	Principal função	Uso indicado	Inclinação indicada
Trincheira de infiltração	Recolher e reter água perpendicular ao seu desenvolvimento, depois transporta-la até um ponto de destino final.	Áreas adjacentes a vias e calçadas	Menor que 5%
Pavimento permeável	Infiltração da água para as camadas inferiores. Pode ser intertravado (mais usado em passeios) ou asfalto permeável (para vias)	Estacionamento, passeios e vias não pavimentados	Menor que 10%
Sistema de biorretenção	Captar e filtrar água do escoamento superficial	Parques e praças, vazios urbanos, espaços livres dentro de lotes públicos	Até 20%

A partir das especificações técnicas de declividade e o uso indicado de cada dispositivo, foram identificadas essas mesmas características nas áreas, vias e equipamentos selecionados. Por meio da comparação entre as semelhanças, identificou-se os SUDS com maior viabilidade para a aplicação em cada um dos espaços (Quadros 4 a 6).

Quadro 4. Principais características das áreas sem uso selecionadas para intervenção e SUDS aplicáveis (fonte: Alves, 2021; Google Earth, 2022. Calculado e sintetizado pelos autores, 2022).

Calçadas do entorno	Área permeável total (soma) (m ²)	Varição da declividade (%)	SUDS que se aplicam
Maioria regular, com alguns trechos sem calçada	51390,3	0 a 8 em todas	Pavimento permeável e sistema de biorretenção

Quadro 5. Principais características das vias selecionadas para intervenção e SUDS aplicáveis (fonte: Google Earth, 2022; Seplan, 2011. Calculado e sintetizado pelos autores, 2022).

Pavimentação	Extensão linear total (soma) (m)	Inclinação máxima encontrada (%)	SUDS que se aplicam
Não pavimentada	2029	4,8	Trincheira de infiltração e pavimento permeável

Quadro 6. Principais características dos equipamentos selecionados para intervenção e SUDS aplicáveis (fonte: Google Earth, 2022; Seplan, 2011. Calculado e sintetizado pelos autores, 2022).

Calçadas do entorno	Área permeável total (soma) (m ²)	Varição da declividade (%)	SUDS que se aplicam
Regular	6221,3	Escola Cidadã Integral Severino Cabral – 0 a 8 EMEF Ageu Genuíno Da Silva – 0 a 20 UBS Ramadinha I – 0 a 3 UBS João Rique – 3 a 8	Pavimento permeável e sistema de biorretenção

É possível transformar parte das áreas em parques ou áreas verdes nas margens do curso d'água. A declividade delas varia de 0 a 8% e, nesse caso, os SUDS com maior adequação seriam o pavimento permeável e o sistema de biorretenção. Já nas vias, verificou-se que os SUDS mais viáveis seriam a trincheira de infiltração e o pavimento permeável. Quanto aos equipamentos, com base no seu uso e na declividade, os SUDS que poderiam ser indicados para aplicação seriam o pavimento permeável (exceto na Escola Municipal de Ensino Fundamental Ageu Genuíno da Silva, por sua alta declividade) e o sistema de biorretenção, criando espaços verdes e áreas com pavimento que poderiam ser usadas para lazer. No caso do pavimento permeável, ele tem potencial para ser aplicado em calçadas como piso intertravado e em vias como asfalto permeável.

Algumas áreas maiores, em pavimento permeável intertravado, poderiam ser pensadas junto dos equipamentos e nas áreas selecionadas, de forma que pudessem ser usadas para espaços de lazer com parquinhos e mobiliário, para caminhada, passagem de bicicleta, e/ou estacionamento. O sistema de biorretenção teria potencial para ser usado em pontos estratégicos para criar canteiros entre os espaços de passagem e lazer nas áreas de entorno do canal. Também poder-se-ia criar espaços fisicamente permeáveis nas áreas selecionadas, adotando assim, caminhos entre os SUDS em piso intertravado. Nessas áreas verdes e de lazer também haveria potencial para adotar as faixas de vegetação para contenção no entorno do canal para criar uma transição entre ele e os espaços de passagem, garantindo maior proteção das pessoas e auxiliando na contenção da água e solo antes de chegar no canal. Algumas áreas não são delimitadas atualmente, visto que não sofreram intervenções. Nesse caso, seria possível considerar a adoção do pavimento permeável intertravado também em suas calçadas de entorno.

Nos equipamentos, os sistemas de biorretenção poderiam ser inseridos nas áreas permeáveis, excetuando-se apenas as áreas não construídas já pavimentadas. Já nas vias o pavimento permeável poderia ser inserido junto com as trincheiras de infiltração, tanto em canteiros centrais como em calçadas mais largas.

A implantação de técnicas de drenagem sustentável deveria ser realizada de forma integrada a medidas não estruturais referentes à prevenção ou até à correção de problemas. Nesse sentido, seria fundamental: implementar ações como a educação ambiental, para conscientização dos moradores e usuários da área da bacia sobre os problemas ambientais e as formas de lidar com eles; realizar capacitações de técnicos municipais para que estimular a realização de modo integrado de ações de prevenção, manutenção, execução de intervenções complementares e fiscalização; e a implantação de processos de monitoramento colaborativo, auxiliando no controle das condições de precariedade e de risco socioambiental e nas ações de manutenção e de limpeza dos sistemas de drenagem convencionais e dos sustentáveis. A partir disso, é possível gerar uma maior conhecimento, interesse e atuação dos moradores, usuários e técnicos, objetivando produzir benefícios ao longo do tempo e sustentabilidade nas ações.

7. Considerações finais

Em parte expressiva dos estudos sobre a urbanização de assentamentos precários tem sido possível constatar que os projetos e intervenções na maioria das vezes desconsidera a integração das ações em corpos d'água com demais elementos de urbanização e a melhoria da vida da população, e isso foi perceptível na urbanização realizada em parte da bacia da Ramadinha. A área da bacia, sobretudo da ZEIS Invasão da Ramadinha II, continua com problemas gerais nas condições habitacionais, na mobilidade e no saneamento e meio ambiente, principalmente quanto à drenagem, questão que justificou o projeto do PAC-UAP.

A perspectiva da drenagem urbana sustentável, multidimensional e integrada é uma alternativa que poderia ter sido considerada no planejamento das intervenções da urbanização da bacia da Ramadinha, mas também pode ser cogitada para o pós-urbanização para a minimização dos riscos socioambientais e dos prejuízos decorrentes de alagamentos aos quais a população desta bacia, próxima ao curso d'água, ainda está sujeita. Além disso, verificou-se, na área objeto desse estudo, a possibilidade de sua implementação estar integrada à criação de espaços verdes e de lazer, melhorias nos equipamentos, pavimentação de vias e calçadas, tudo isso em uma perspectiva de integração e sustentabilidade, aproximando a gestão urbana com a dimensão ambiental. É uma abordagem fundamental à urbanização de assentamentos precários, desempenhando um impacto significativo sobre a qualidade de vida das famílias, reconhecidos seus direitos à moradia e à cidade.

O estudo apresentado nesse artigo, além de tentar contribuir com a avaliação de urbanizações de assentamentos precários com ênfase na drenagem urbana sustentável, buscou, de forma simplificada, verificar alternativas de medidas não estruturais e para a implantação dos SUDS na área da bacia da Ramadinha em Campina Grande / PB, tendo em vista que tais medidas e técnicas têm sido pouco cogitadas para estes assentamentos em função de suas especificidades socioespaciais e, também, em decorrência das incapacidades e desinteresse de contratantes públicos e de projetistas e executores de urbanizações nesses territórios. Desse modo, buscou-se trazer no presente artigo uma pequena contribuição, a partir da abordagem da drenagem urbana sustentável, para subsidiar futuros programas e projetos de urbanização de assentamentos precários.

8. Referências

- ALENCAR, Anna Karina Borges de. **Urbanismo sensível às águas: o paradigma da sustentabilidade na concepção de projetos para recuperação de rios urbanos**. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Urbano, Universidade Federal de Pernambuco, 2016.
- ALMEIDA, Jean Carlos Bosquette de. **Drenagem Urbana**. 1. ed. Curitiba: Contentus, 2020.
- ALVES, Luma Gabriela Fonseca. **Adequabilidade e modelagem de sistemas de drenagem urbana sustentável na perspectiva do assentamento precário**. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.
- ALVES, L. G. F. *et al.* Modelling and assessment of sustainable urban drainage systems in dense precarious settlements subject to flash floods. **LHB**, v. 108, n. 1, p. 1–11, 31 dez. 2022.
- ANTONUCCI, Denise; SAMORA, Patrícia. A política nacional de habitação e a urbanização de assentamentos precários no Brasil contemporâneo (2001-2015).
- ARAÚJO, Caline Mendes de. **“Áreas de risco” e problemáticas socioambientais: uma reflexão sobre a produção e apropriação do espaço urbano em Campina Grande (PB)**. 2019. 313f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2019.

BARBOSA, Helen Karolynne de Moura; MIRANDA, Livia Izabel Bezerra de. Atlas da precariedade habitacional em Campina Grande PB: desenvolvimento experimental. **XIX Congresso de Iniciação Científica da Universidade Federal de Campina Grande**. Campina Grande, 2022.

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

_____. **Lei Complementar nº004, de 08 de abril de 2015**. Institui o plano diretor de mobilidade urbana do município de Campina Grande – PB, estabelece as diretrizes para o acompanhamento e o monitoramento de sua implementação, avaliação e revisão periódica e dá outras providências. Campina Grande, 2015.

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

_____. **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, 2009b.

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

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

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

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

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

FERRARA, Luciana Nicolau; CARDOSO, Adauto Lucio. Um panorama sobre a pesquisa em rede e as interfaces da pauta ambiental com a política e os projetos de infraestrutura na urbanização de favelas. In: Ferrara, Luciana Nicolau. *et al.* **A dimensão ambiental na urbanização de favelas: olhares críticos a partir da drenagem urbana nos projetos do PAC**. 1. ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2022. P.117-156.

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

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

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

_____. **Estimativas da população. 2021**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9103-estimativas-de-populacao.html?=&t=resultados>>. Acesso em dezembro de 2022.

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

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

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

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

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.

SANTOS, Camila Silva dos. **Desencontros no processo de urbanização: por uma drenagem sustentável para a bacia da Ramadinha em Campina Grande / PB**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022, no prelo.

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

TUCCI, Carlos E. M. **Gestão das Águas Urbanas**. Ministério das Cidades, Global Water Partnership, World Bank, Unesco, 2005.

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

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