

ANÁLISE DO SISTEMA DE DRENAGEM URBANA DO BAIRRO NOVA REPÚBLICA NO MUNICÍPIO DE SANTARÉM – PARÁ

ANALYSIS OF THE URBAN DRAINAGE SYSTEM OF THE NOVA REPÚBLICA NEIGHBORHOOD IN THE CITY OF SANTARÉM – PARÁ

ANÁLISIS DEL SISTEMA DE DRENAJE URBANO DEL BARRIO NUEVA REPÚBLICA EM EL MUNICIPIO DE SANTARÉM – PARÁ

Rodrigo Rodrigues Souza¹; Diani Fernanda da Silva Less²; Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos³
Ana Luiza Tavares Silva⁴

1. Graduado em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal do Oeste do Pará (UFOPA); E-mail: rodrigoeng.sant@hotmail.com
2. Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia pela Rede de Biodiversidade e Biotecnologia da Amazônia Legal (Rede BIONORTE); E-mail: diani.engambiental@gmail.com
3. Doutoranda em Saneamento, Meio Ambiente e Recursos Hídricos pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG); E-mail: diani.engambiental@gmail.com
4. Mestranda em Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia para a Inovação (PROFNIT); E-mail: rodrigoeng.sant@hotmail.com

RESUMO

A realização de diagnóstico do sistema de drenagem urbana é instrumento básico imprescindível para a identificação das causas e nas propostas de soluções para episódios de alagamentos, inundações e enxurradas. Em Santarém-PA durante a estação chuvosa, são frequentes esses episódios com destaque para o bairro Nova República que apresenta sérios problemas de drenagem urbana. Neste estudo foi investigado o sistema de drenagem urbana visando identificar as principais causas de falhas. Para isso, foi realizado o mapeamento dos pontos de alagamentos e enxurradas com uso de ferramenta de georreferenciamento e consulta a documentos oficiais e avaliação dos dispositivos de microdrenagem por meio de visitas *in loco*. Foram identificados três pontos críticos de alagamento no bairro, causados pelo surgimento de ocupações irregulares, falta de pavimentação nas vias e consequente carreamento de solo para o sistema de microdrenagem, e descarte inadequado de resíduos sólidos que obstruem e comprometem o funcionamento dos dispositivos.

Palavras-Chave

Microdrenagem; Urbanização; Alagamentos; Amazônia

RESUMEN

La realización de un diagnóstico del sistema de drenaje urbano es una herramienta básica e imprescindible para identificar las causas y proponer soluciones a los episodios de inundación, anegamiento e inundación. En Santarém-PA, durante la temporada de lluvias, estos episodios son frecuentes, especialmente en el barrio Nova República, que tiene serios problemas de drenaje

urbano. En este estudio se investigó el sistema de drenaje urbano con el fin de identificar las principales causas de las fallas. Para ello, se mapearon los puntos de inundación y escorrentía mediante una herramienta de georreferenciación y consulta de documentos oficiales y evaluación de dispositivos de microdrenaje mediante visitas in situ. Se identificaron tres puntos críticos de inundación en el barrio, ocasionados por el surgimiento de ocupaciones irregulares, falta de pavimentación de las vías y consecuente carga de tierra al sistema de microdrenaje, e inadecuada disposición de residuos sólidos que entorpecen y comprometen el funcionamiento de los dispositivos.

Palabras Clave

Microdrenaje; Urbanización; Inundación; Amazonas.

ABSTRACT

Carrying out a diagnosis of the urban drainage system is an essential basic tool for identifying the causes and proposing solutions for episodes of flooding, inundation and flooding. In Santarém-PA, during the rainy season, these episodes are frequent, especially in the Nova República neighborhood, which has serious urban drainage problems. In this study, the urban drainage system was investigated in order to identify the main causes of failures. For this, the points of flooding and runoff were mapped using a georeferencing tool and consultation of official documents and evaluation of microdrainage devices through on-site visits. Three critical flooding points were identified in the neighborhood, caused by the emergence of irregular occupations, lack of paving on the roads and consequent soil loading into the micro-drainage system, and improper disposal of solid waste that obstruct and compromise the functioning of the devices.

KEY WORDS

Microdrainage; Urbanization; Flooding; Amazon.

1 INTRODUÇÃO

As inundações e alagamentos em áreas urbanas têm sido um dos grandes problemas enfrentados pelos municípios brasileiros dentro do âmbito do saneamento básico, devido a geração de significativos impactos socioambientais negativos, como as perdas materiais e humanas (Castro *et al.*, 2003). No que concerne ao manejo de águas pluviais, observa-se que nos municípios da região sul e sudeste as discussões e ações de enfrentamento são mais frequentes e visíveis em comparação a região Norte. Nos municípios desta região, durante a estação chuvosa são constantes as ocorrências de alagamentos, inundações e enxurradas devido baixa cobertura do sistema de drenagem (Nascimento, 2011).

Para Andrade (2004), as enchentes, alagamentos e inundações podem ser combatidas de duas formas: medidas estruturais e não estruturais. As medidas estruturais são mecanismos corretivos, que visam controlar as vazões de escoamento evitando a ocorrências de alagamentos, enchentes e inundações, como os reservatórios de contenção, diques e canalizações. Já as medidas não estruturais são de caráter preventivo e geralmente possuem custos menores quando comparadas com as estruturais, como medidas o zoneamento de áreas sujeitas a inundações, regulamentação do uso e ocupação do solo e educação ambiental. Nesse contexto, o poder público nas esferas federal, estadual e municipal tem o papel fundamental de prevenir e reduzir o impacto do escoamento superficial através não só de obras estruturais, mas também de campanhas de conscientização, da população para a problemática da drenagem urbana, além de outras medidas

não estruturais.

A importância dos serviços de drenagem urbana, principalmente nas médias e grandes cidades, se evidencia em épocas de chuvas, quando as imagens dos pontos de alagamentos e enchentes, com consequentes danos materiais e humanos, frequentemente são mostradas pela mídia (Nascimento, 2011). Na maioria dos casos, tais problemas são resultados da falta de planejamento de prevenção e controle de enchentes (Tucci, 1997).

A urbanização sem o adequado planejamento segue sendo o principal fator do surgimento de pontos de alagamentos nas cidades. As taxas de impermeabilização do solo reduzem drasticamente a infiltração promovendo o aumento exacerbado do escoamento superficial da água pluvial, gerando o aumento da magnitude e da frequência das enchentes e alagamentos (Nascimento, 2011). Além da problemática associada a drenagem urbana, a ocupação irregular de áreas impróprias evidencia um grave problema socioambiental, que é produzido e reproduzido nos centros urbanos desde a fundação das primeiras cidades brasileiras (Lima e Amorim 2015).

Para sanar as problemáticas associadas a ineficiência dos sistemas de drenagem é necessário que se realize inicialmente um diagnóstico do cenário atual para compreender os fatores causadores e agravantes de alagamentos, enxurradas e inundações, e partir disso propor medidas efetivas. Neste contexto, as pesquisas sobre alagamentos e inundações em áreas urbanas podem contribuir para a atuação da defesa civil e secretarias de infraestrutura dos municípios (Seraphim 2018; Rocha 2019).

No município de Santarém, estado do Pará, o bairro Nova República foi o primeiro contemplado, ainda na década de 80, com um projeto de drenagem urbana (Amorim, 1999), porém atualmente os alagamentos e enxurradas são frequentes no período chuvoso, que ocorre entre os meses de dezembro a junho. Em razão do exposto, a premissa que levou este estudo é a constatação da expansão urbana desenfreada na região norte do País, sem obedecer aos planos diretores municipais que associados ao aumento das chuvas ocasiona eventos críticos de alagamentos. Tendo como objetivo mapear os pontos de alagamento e enxurradas identificando as suas possíveis causas, e assim contribuir para o planejamento urbano do município de Santarém-PA.

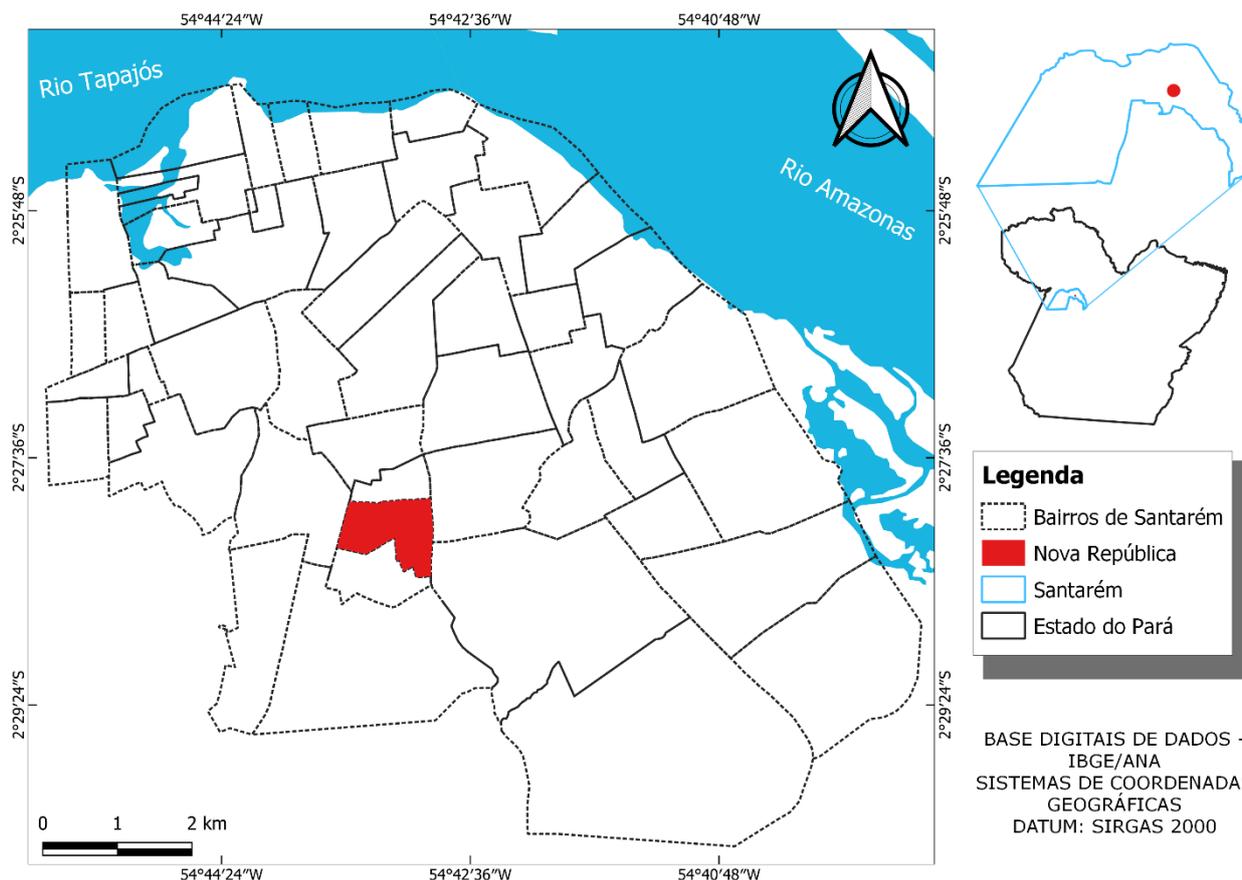
2 MATERIAIS E MÉTODO

2.1 Área de estudo

O estudo de caso deste artigo está inserido na cidade de Santarém – PA, no Brasil (Figura 1). O município é o principal centro urbano, financeiro e cultural da região Oeste do Pará. Sendo uma das cidades mais antigas da região amazônica, estando distante a 800km das maiores capitais da Amazônia: Belém e Manaus. Localizada na confluência do Rio Tapajós com o Rio Amazonas, com clima quente e úmido característico de áreas tropicais. A precipitação média mensal varia de 170 mm a 300 mm durante a estação chuvosa (Prefeitura de Santarém, 2019).

Figura 1

Delimitação do Bairro Nova República, no Município de Santarém - PA.



Idealizado na década de 80, o bairro foi o único previamente estruturado pelo poder público municipal com uma extensão de 878204 m². De acordo com a Secretaria Municipal de Saúde (SEMSA, 2018) residem no local cerca de 9.329 mil habitantes. Estando localizado na zona sul do município que engloba também os bairros: São Francisco, Matinha, Floresta, Vitória Regia e Santo André que denominando-se de grande área da Nova República.

2.2 Coleta de dados

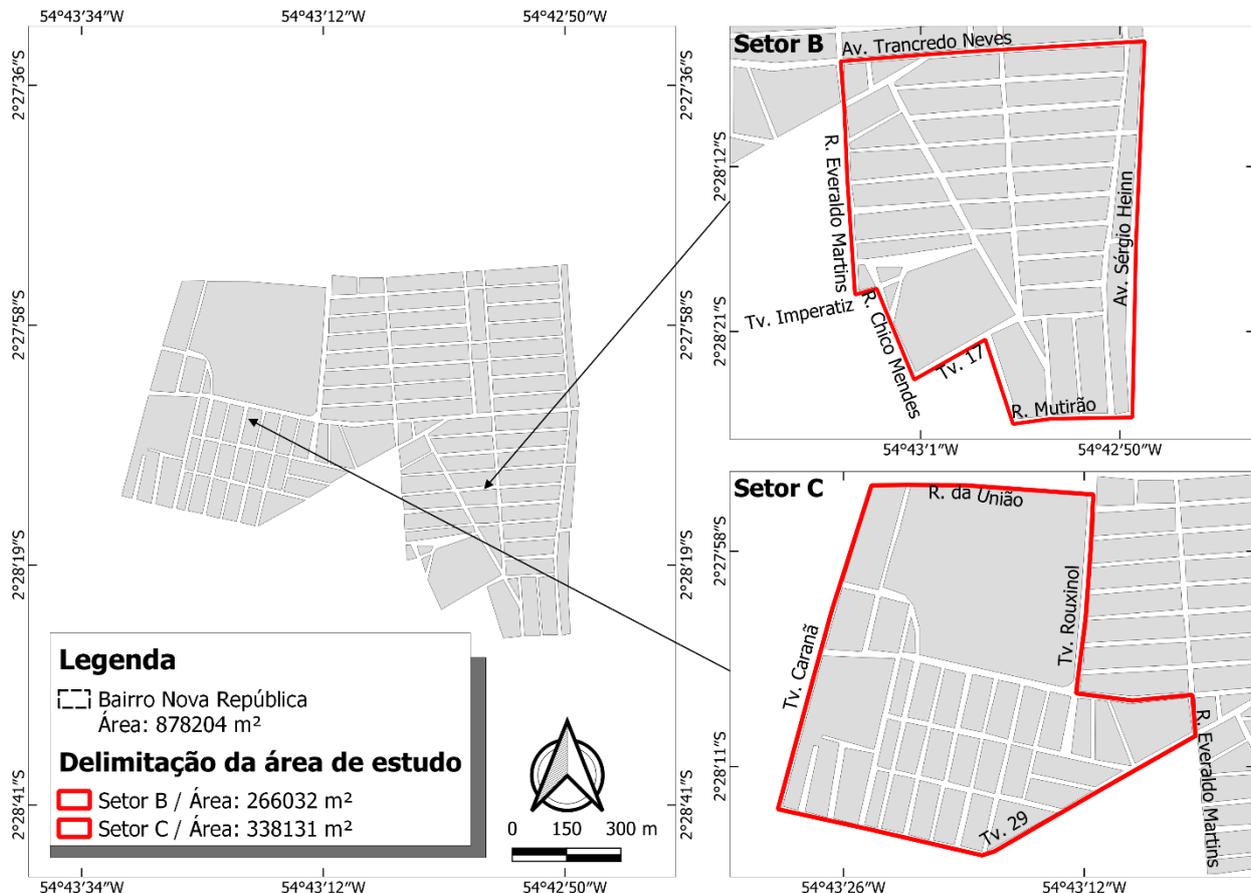
Para atender o objeto proposto, foram realizados levantamentos bibliográficos nos órgãos públicos, assim como visitas a campo no início do período chuvoso (dezembro de 2018) para localizar os pontos de alagamento e enxurradas, e analisar as condições gerais do sistema de drenagem, afim de obter registros fotográficos e delimitar da área de estudo. Buscou-se junto a Companhia de Habitação do Estado do Pará (COHAB) informações sobre o sistema de drenagem do bairro como perfis de arrumamento, planta de urbanização, projeto de drenagem pluvial e plantas de levantamento topográfico. A pesquisa realizada é do tipo estudo de caso, onde foram avaliados e explorados os dados quali-quantitativos necessários para entendimento dos fenômenos, neste caso o sistema de drenagem urbana, de um determinado local de estudo (Pereira *et al.*, 2018).

Para contextualizar, estudo de caso optou-se por delimitar a área de estudo conforme o mapa do projeto conjunto habitacional do bairro Nova República o mesmo e dividido em setores A, B e C. a partir das observações em campo e da realização de entrevistas semiestruturadas com representantes da Associação de Moradores do Bairro Nova República (ASMOBNOR). Os setores B e C são os mais afetados pela ocorrência de alagamentos e enxurradas. A partir desta delimitação

foram realizadas outras visitas *in loco* para analisar a área dos pontos críticos e avaliar as estruturas do sistema de microdrenagem e identificar as causas que intensificam esses eventos nos setores B e C (Figura 2), utilizando um *check list* com o roteiro da observação. Para a produção dos mapas utilizou-se o ArcGIS 10.1, os dados foram projetados em Projeção Policônica e georreferenciados a partir do Datum SIRGAS-2000.

Figura 2

Delimitação do bairro Nova República (Santarém – PA) nos Setores A, B e C.



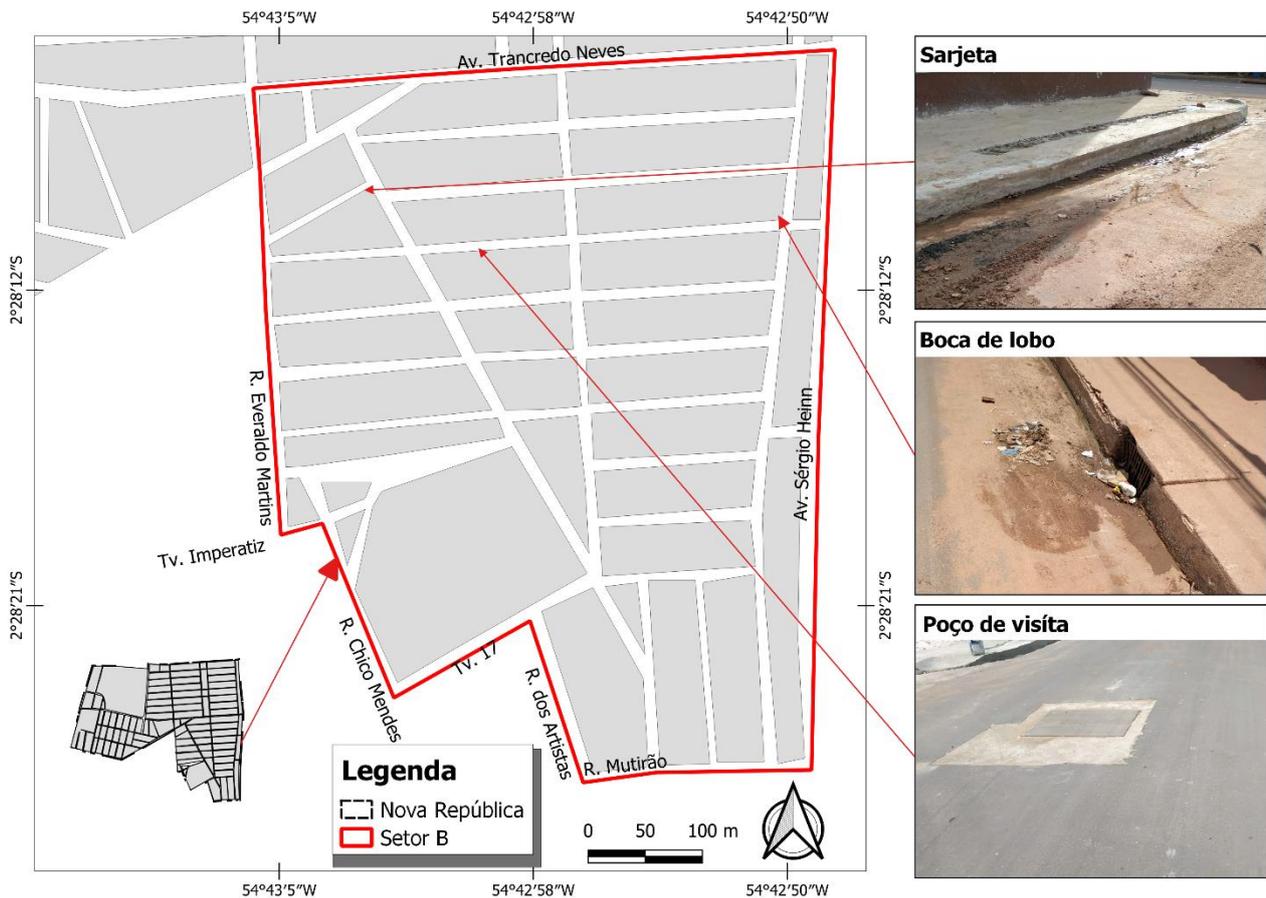
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análise do sistema de drenagem do bairro Nova República

O bairro Nova República possui sistema de drenagem urbana, sendo os setores B e C as áreas onde ocorrem os alagamentos e enxurradas, compreendida da Av. Tancredo Neves, Av. Segion Henn, Rua Mutirão, Rua dos Artistas, Tv. 17, Rua Chico Mendes, Rua Everaldo Martins, Tv.29, Tv. Caranã, Rua da União e Tv. Rouxinol (Figura 3). É importante ressaltar que esses setores são os mais afetados por possuírem áreas com disposição irregular de resíduos sólidos e ocupações irregulares nas suas adjacências, além das condições topográficas do bairro que contribuem para magnitude desses eventos evidenciados durante as visitas, onde observou-se que as principais ruas e travessas possuem os dispositivos de micro dispositivos de microdrenagem abrangidos por sarjetas, bocas de lobo, galerias e poços de visita (Figura 3).

Figura 3

Principais componentes do Sistema de Microdrenagem presentes no Bairro Nova República.

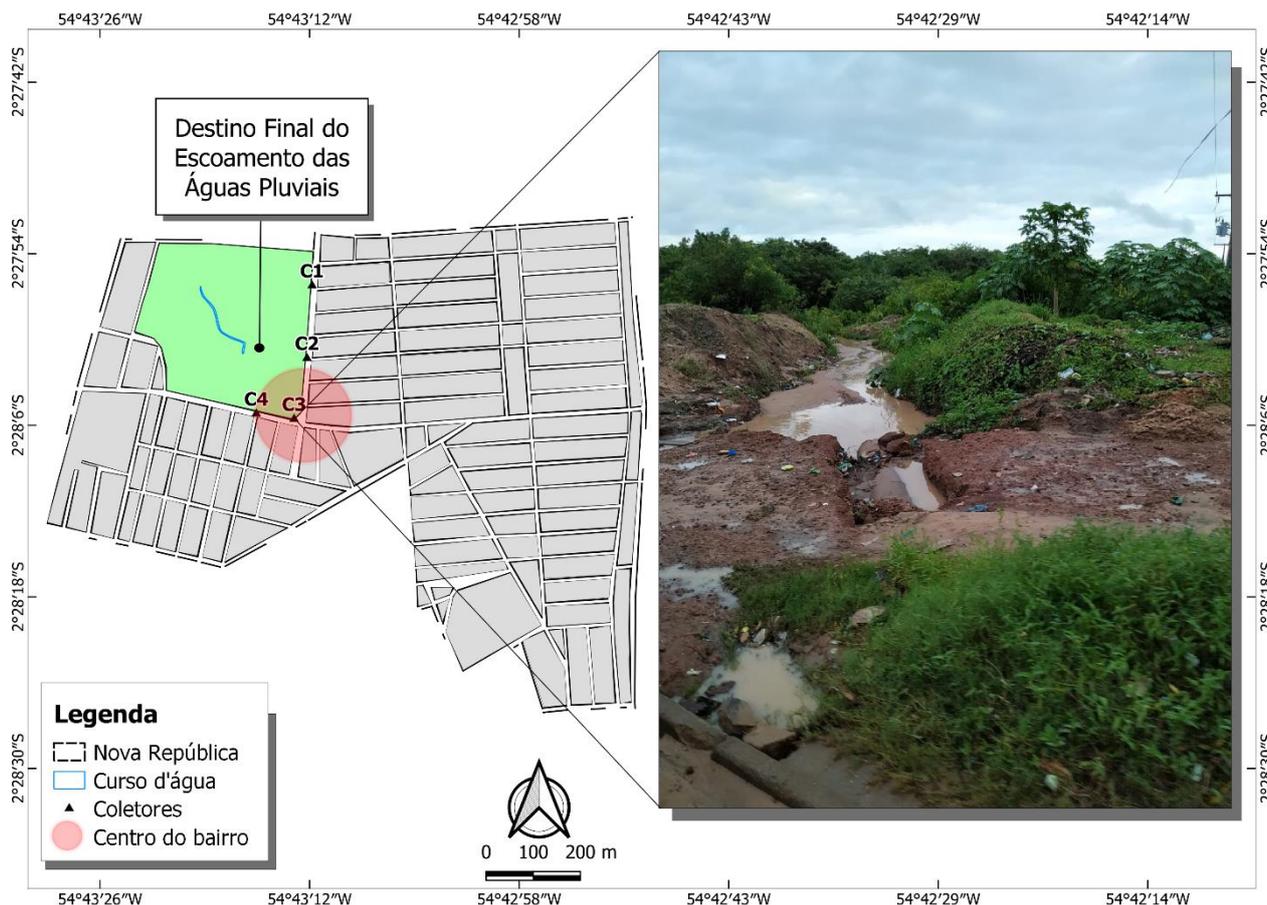


De acordo com a análise documental das plantas de drenagem urbana, os setores A, B e C, possuem um total de 372 bocas de lobo de guia sem depressão, 147 poços de visitas destinados a manutenção e inspeção do sistema e tubulações variando 400mm a 1500mm de diâmetro. Do total de 372 bocas de lobo, o setor B possui 119 e o setor C 76, em relação aos poços de visitas do total de 147, o setor B possui 48 e o setor C 30.

Através da análise do mapa topográfico da área e das visitas realizadas em campo observou-se que o relevo da área promove o escoamento da água pluvial em direção a região central do centro do bairro. Os coletores primários e secundários do sistema se conectam a três coletores centrais que escoam a água pluvial para um ponto de lançamento que se localiza em uma área com cobertura vegetal natural servindo de bacia de contenção para escoamento pluvial dos setores A, B e C (Figura 4).

Figura 4

Destino do escoamento superficial do bairro Nova República, Santarém – PA.



Como pode se observar a área de lançamento do escoamento pluvial está degradada, com curso d'água assoreado, margens com erosão e presença de resíduos sólidos carreados pelas enxurradas e pelo descarte inadequado dos resíduos sólidos. De acordo com Araujo et al. (2005), a erosão é intensificada nas áreas urbanas por apresentarem maior grau de impermeabilização, e consequentemente a redução da infiltração, a diminuição do tempo necessário para que o escoamento superficial alcance o curso d'água e o aumento da frequência e magnitude dos alagamentos. Além disso, a impermeabilização promove a redução no fluxo dos cursos d'água, durante períodos prolongados de seca, devido ao nível reduzido da infiltração na bacia hidrográfica (Tucci, 1997). Por outro lado, no período chuvoso a velocidade é maior assim como o volume do escoamento superficial, devido aos efeitos combinados de maiores picos de descarga, rápido tempo de concentração e superfícies hidráulicas mais lisas, que ocorrem como resultado do desenvolvimento urbano (Targa et al., 2012).

A topografia da área do bairro Nova República contribui para os processos erosivos, sendo que não existem dissipadores de energia das águas no sistema de drenagem. O processo erosivo somado ao carreamento de partículas pelo escoamento superficial leva a ocorrência do assoreamento do curso d'água presente na área natural que serve como bacia de contenção.

Segundo Almeida Filho e Ridente Junior (2001), um sistema de drenagem bem executado, porém sem dispositivos de dissipação de energia para conduzir as águas até seu destino final pode ser caracterizado como ineficiente, pois evita os problemas de erosão e enchentes ou alagamentos a montante, mas não a jusante. Ressalta-se também que somente as avenidas principais do bairro são pavimentadas sendo elas: Av. Tancredo Neves, Av. Sérgio Henn, Rua A (perímetro da Travessa um até a Av. Tancredo Neves, Rua B, Rua C, Rua E, Travessa 29, Travessa 25 e Rua 13 de Maio, as

demais são travessas que possuem somente o serviço de terraplenagem, o que potencializa o carregamento de grande quantidade de sólidos que obstruem o sistema de microdrenagem e macrodrenagem.

3.2 Mapeamento dos pontos de alagamentos

A partir das visitas de campo foi possível identificar as travessas, ruas e avenidas no bairro que sofrem com as fortes enxurradas (Figura 5) e os principais pontos críticos de alagamentos (Figura 6). As travessas e ruas mais afetadas estão localizadas no centro do bairro devido sua condição topográfica que facilita escoamento superficial para esses pontos.

Na delimitação da área de estudo (Setores B e C) somente Av. Tancredo Neves, Rua E, Tv. 29, são pavimentadas, a Av. Segion Henn (perímetro da Av. Tancredo Neves até a Travessa 14), R. Everaldo Martins, Travessa. 14, Travessa. 26 e Travessa Tancredo Neves não possuem camada asfáltica.

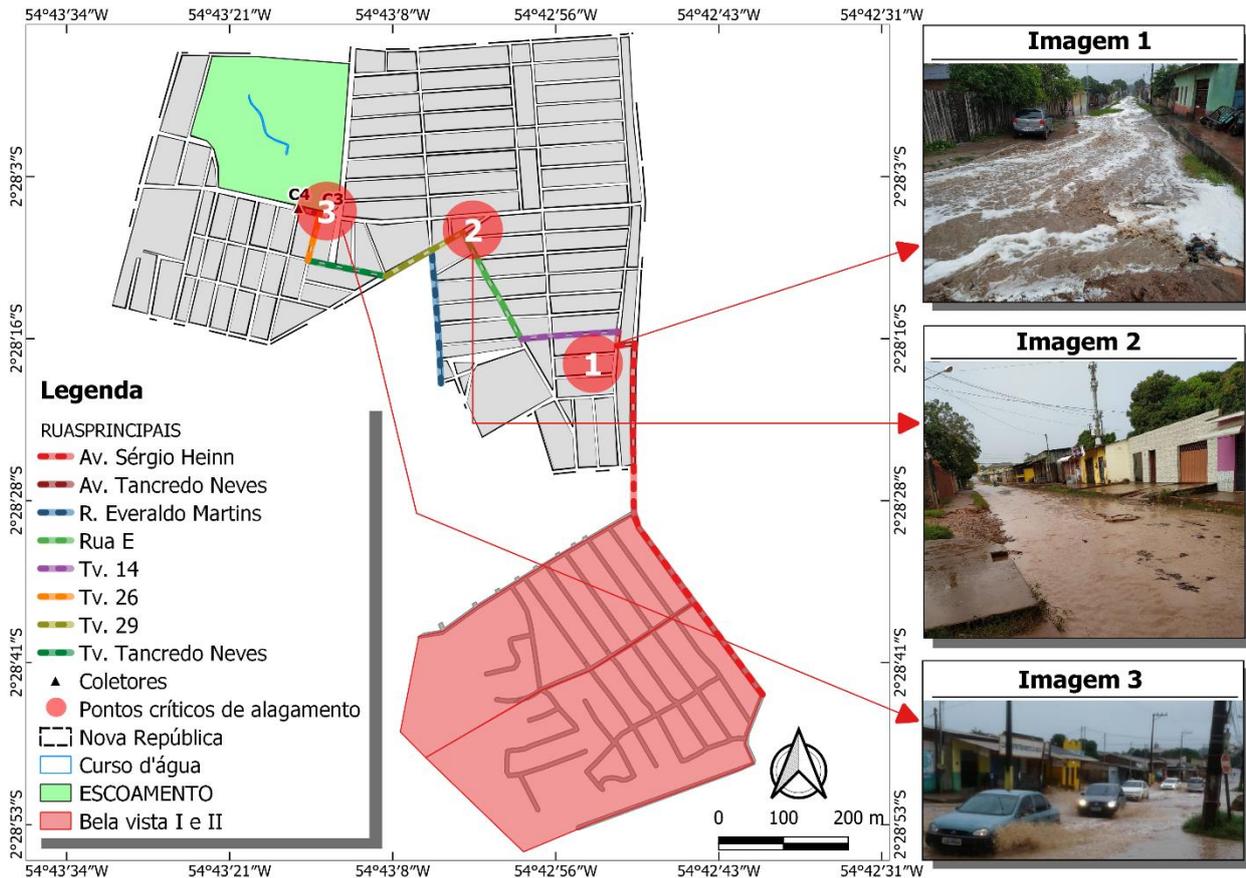
Figura 5

Localização das principais vias no Bairro Nova República que sofrem com enxurradas.



Figura 6

Localização dos pontos críticos de alagamentos no Bairro Nova República.



Conforme mencionado anteriormente as travessas, ruas e vias principais tanto as com a camada asfáltica ou sem mencionadas possuem os principais componentes do sistema de microdrenagem (sarjeta, bocas de lobo, canalização). Observou-se que as bocas de lobo não possuem grelhas de ferro o que facilita a entrada de resíduos sólidos no sistema, ocasionando a obstrução da canalização. De acordo com Santos (2013), os alagamentos em áreas urbanas apresentam consequências bastantes expressivas, gerando impacto sobre a saúde, trabalho, desvalorização de imóveis, infraestrutura de transporte e estresse psicológico.

Segundo com Pedro e Nunes (2012), existem vários fatores naturais e antrópicos, que contribuem para surgimento dos pontos de alagamentos. Os fatores naturais são forma da bacia hidrográfica, forma do vale, topografia da várzea, estrangulamento da drenagem, vegetação na área da bacia hidrográfica, permeabilidade do solo na área da bacia, clima (pluviosidade); e os fatores antrópicos são assoreamento do canal de drenagem, interceptação/estrangulamento da drenagem (barramentos), desmatamento, impermeabilização dos terrenos na área da bacia, lançamento de águas servidas e esgoto na drenagem, águas pluviais rapidamente conduzidas para o sistema de drenagem.

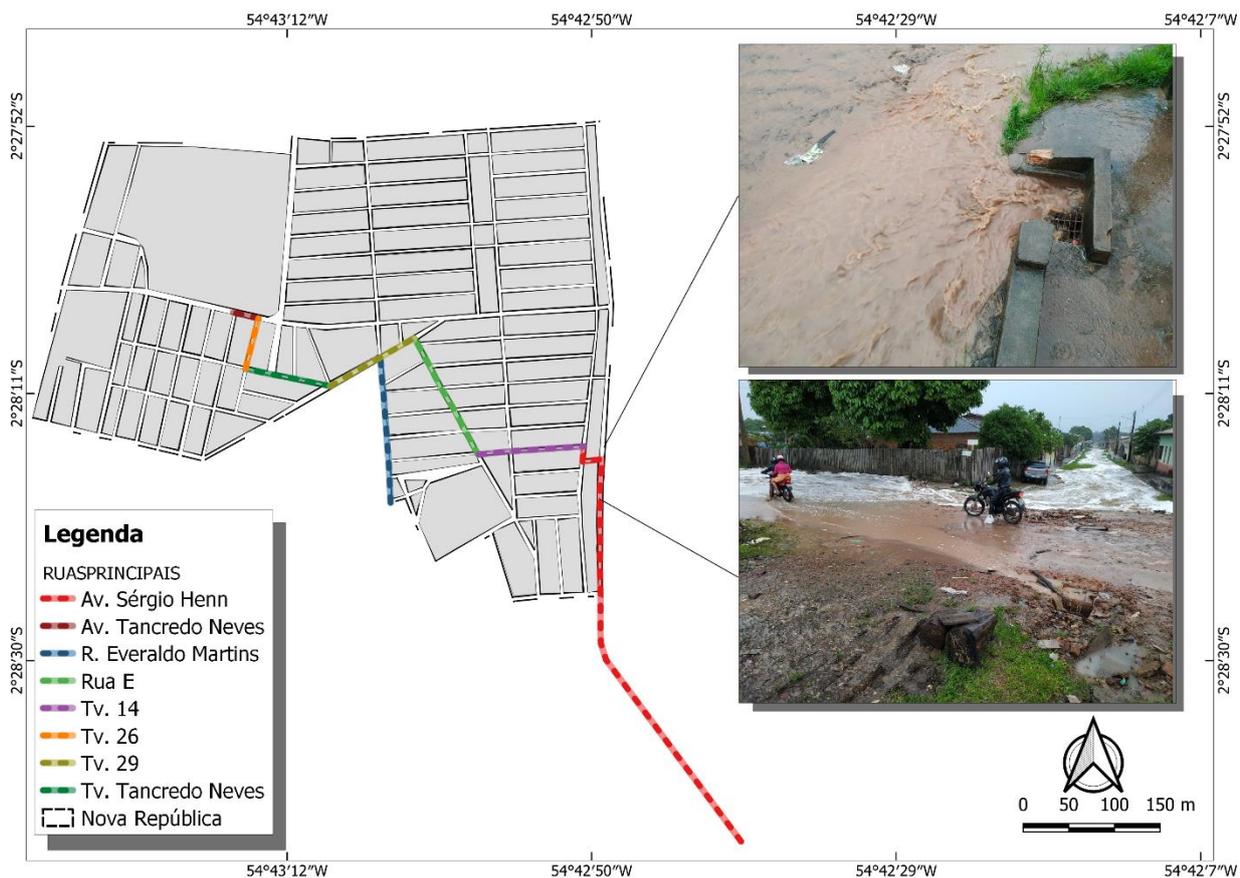
Os pontos críticos de alagamentos evidenciados nos setores B e C do bairro (Figura 6), tiveram aumento da sua magnitude procedentes da intervenção antrópica que ocorre nas adjacências do bairro Nova República, haja vista que os alagamentos são causados por mudanças na drenagem natural como remoção da cobertura vegetal, aumento da impermeabilização, alterações nos corpos hídricos, além dos problemas no sistema de drenagem urbana, sejam estes decorrentes do dimensionamento inadequado, falta de manutenção ou mesmo da ausência do

mesmo (Defesa Civil, 2015).

Para Castro *et al.*, (2003) os alagamentos acometem principalmente cidades com sistema de drenagem deficientes. Observou-se a falta de manutenção dos componentes que integram o sistema de microdrenagem, como bocas de lobos e sarjetas (Figura 7) acabam sendo um agravante para ineficiência do sistema. Segundo relato dos moradores, no ano de 2016 após a realização de serviços de terraplenagem nas travessas não houve a manutenção das bocas de lobo, sendo que as mesmas foram comprometidas durante o nivelamento das ruas. Constatou-se também que diversas bocas de lobo estão obstruídas e com problemas na sua estrutura física, o que compromete a sua capacidade de engolimento fazendo com que as águas pluviais cheguem quase à crista das ruas e calçadas.

Figura 7

Boca de lobo comprometida e enxurrada na rua A e travessa 14, Santarém – PA.



Os problemas no sistema de drenagem associados com ineficácia das ações públicas para o planejamento do desenvolvimento urbano adequado contribuem para o agravamento da situação.

A população local precisa fazer parte do processo de planejamento e discussão de melhorias, ser conscientizada e sensibilizada sobre a problemática dos alagamentos, enxurradas e inundações. Os cidadãos envolvidos no processo podem contribuir com informações a respeito da identificação e quantificação de riscos, dos parâmetros de vulnerabilidade, do planejamento de ações de emergência e do histórico dos alagamentos bem como seus locais de maior concentração, podendo ainda comunicar suas opiniões e percepções sobre as estratégias de enfrentamentos dos riscos e medidas de mitigação. Conforme afirmado por Poser e Dransch (2010), durante os eventos de alagamentos e enxurradas, a população pode contribuir com dados dinâmicos, como a descrição e monitoramento da extensão e intensidade do evento.

Neste cenário, evidencia-se a importância de se realizar o diagnóstico das áreas sujeitas e a

afetadas por alagamentos visando identificar a origem da problemática, propondo-se assim medidas estruturais e não estruturais que contribuem para evitar e minimizar os impactos gerados. Braga (2016) cita algumas medidas que podem ser adotadas como medidas adaptativas de enfretamento aos alagamentos e enxurradas que podem ser inseridas ao sistema de drenagem urbana existente como piscinões (reservatórios de detenção, bacias de estocagem), trincheiras de infiltração e pavimento poroso.

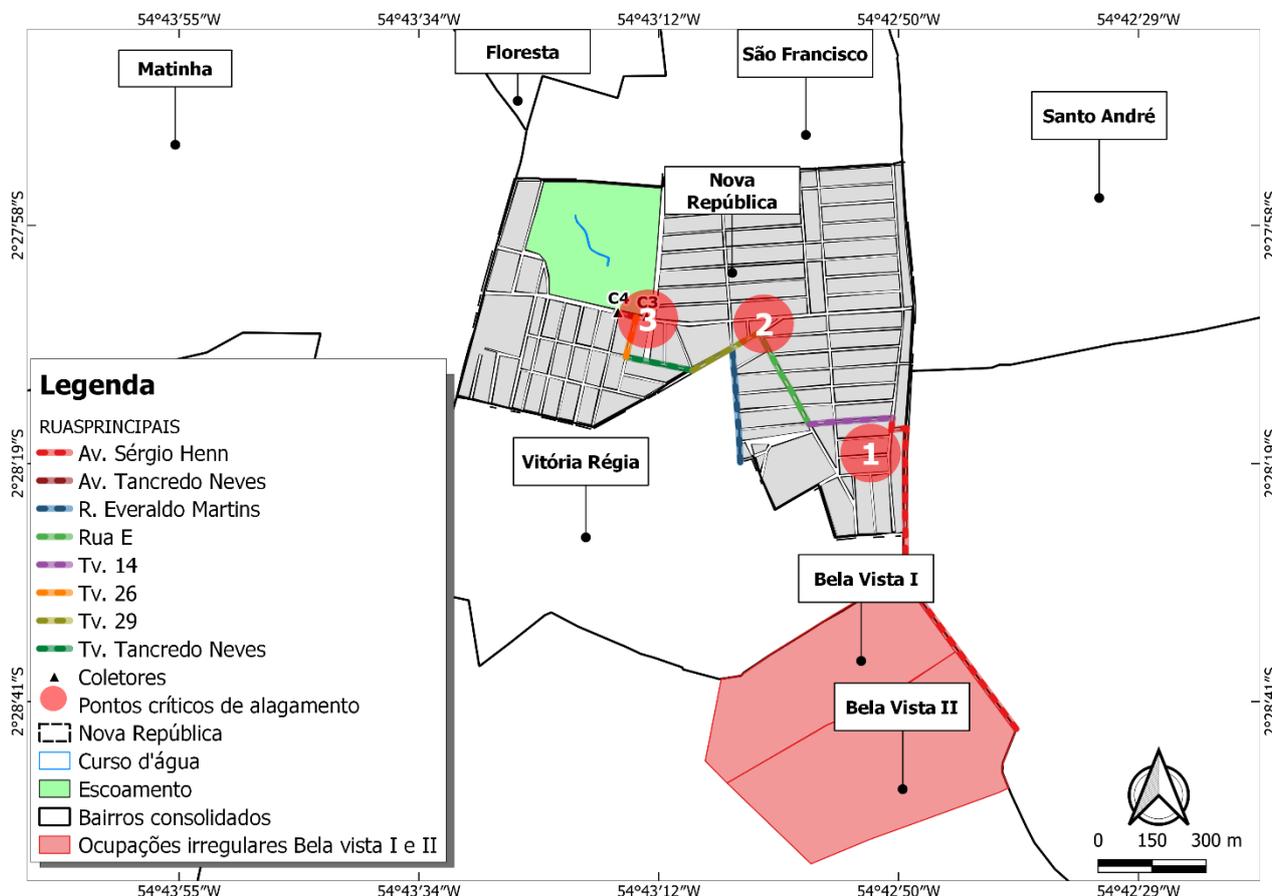
Na ausência de medidas corretivas ou preventivas por parte do poder público a população local passa a utilizar estratégias de enfretamento individual. Nesse cenário, Andrade e Szlafsztain (2018) investigaram e identificaram que os moradores do bairro Nova República como medidas de adaptativas aos alagamentos e enxurradas constroem muretas em frente a porta de entrada das residências para evitar a entrada das águas pluviais. Os autores destacam que essas iniciativas adotadas possuem escopo temporal reativo e desempenho temporário. Ponderam também que apesar das medidas estruturais e não estruturais não serem tema de objeto de estudo, durante as visitas explanatórias o presidente da associação de moradores do bairro relata que há uma articulação entre Associação de Moradores do Bairro Nova República - ASMOBNOR e as demais associações com o poder público, na adoção de medidas mais eficaz no combate a enxurradas e alagamentos.

3.3 Identificação das causas do aumento da magnitude dos eventos críticos de alagamentos e enxurradas evidenciados nos setores B e C

A partir do diagnóstico realizado do sistema de drenagem urbana do bairro Nova República, procurou-se identificar os fatores que levaram ao aumento da magnitude das enxurradas e conseqüentemente ao surgimento das ocupações irregulares Bela Vista I e II, no entorno e por conseqüente maior impermeabilização das áreas adjacentes, acabaram se tornando zonas de contribuição para o sistema de drenagem do bairro Nova República, contribuindo, dessa forma, para o aumento de escoamento das águas das chuvas evidenciadas no objeto de estudo deste artigo. Neste sentido, Moura *et al.* (2014), destacam a expansão urbana e o crescimento de áreas impermeáveis como fatores que favorecem o aumento da ocorrência problemas relacionados a drenagem pluvial e seus passíveis danos (Figura 8).

Figura 8

Bairro adjacentes próxima a área de estudo, com destaque para os núcleos informais urbanos Bela Vista I e II e seus passíveis negativos sobre o sistema de drenagem do bairro Nova República.



Ferreira (2016) evidenciou a problemática relacionando a urbanização acelerada e desordenada das comunidades Bela Vista I e Bela Vista II no município de Santarém, citando que o processo de ocupação dessas comunidades ocorreu em 2007 e em 2012, respectivamente, possuindo atualmente uma extensão de (580 x 340m). A autora destaca que as comunidades Bela Vista I possuem 180 famílias e Bela Vista II 147 famílias, entretanto, não pode ser caracterizada como bairro, uma vez que não preenche os critérios estabelecidos pelo Plano Diretor da Cidade como existência de, no mínimo 3 (três) equipamentos públicos em pleno funcionamento; II – demarcação dos lotes de forma alinhada com dimensões mínimas estabelecidas em lei; III – abertura de vias de forma alinhada, devidamente aprovada pelo setor competente da Prefeitura Municipal, respeitados os limites de largura definidos em lei; IV – número mínimo de três (03) entidades comunitárias para compor um conselho gestor; V – 70% da área pleiteada urbanizada e construída (PD/SANTARÉM, 2006). Oliveira (2010) ressalta que o processo de urbanização de Santarém produziu uma malha urbana desordenada, fora do controle do planejamento urbano municipal.

Santos *et al.* (2017), realizaram estudos em bairros de Campina Grande (PB) onde a partir de mapas de inundação observaram o aumento do escoamento superficial, mesmo em áreas que apresentam sistema de microdrenagem, com capacidade de suporte comprovadas. Para os autores, isto ocorreu devido ao crescimento da impermeabilização do solo na área estudada, ressaltando, ainda, a importância da previsão de áreas permeáveis no planejamento urbano. Seguindo a premissa do estudo dos autores o mesmo ocorreu no bairro Nova República onde a impermeabilização das ocupações Bela Vista I e II acarretou não em inundações, porém em enxurradas e pontos críticos de

alagamentos no sistema de drenagem existente do bairro Nova República (Figura 8).

No que concerne especificamente a Gestão da Drenagem Urbana, o município de Santarém não conta com o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU) para auxiliar no planejamento urbano a curto, médio e longo prazo. Conforme afirmado por Tucci (2007), a ausência do Plano Diretor de Drenagem Urbana é um dos fatores que colaboram para que os problemas que envolvem a drenagem urbana se agravem de forma considerável, uma vez que não existe um plano regulador para o serviço.

De modo geral, áreas ocupadas de forma irregular, sem o devido planejamento, causam impactos nos processos hidrológicos, pois geram superfícies impermeáveis nas bacias do perímetro urbano ou nas zonas de crescimento das cidades (Tucci e Genz, 1995).

O município possui o Plano Diretor Municipal que trata do zoneamento urbano, porém o surgimento dos núcleos informais urbanos vem se intensificando devido ao alto ao déficit habitacional existente no município que fomentam essa prática. Neste contexto, a supressão da camada vegetal de áreas verdes e a construção irregular de residências em áreas impróprias suscetíveis a alagamentos e deslizamentos potencializa a ocorrência desses eventos.

No caso do bairro Nova República, os eventos críticos de alagamentos e enxurradas se tornaram mais frequentes após o surgimento das comunidades Bela vista I e Bela vista II que acabaram se tornando zonas de contribuição para o sistema de drenagem existente que não foi dimensionado para a área atual de contribuição. Essas comunidades se originaram em uma área devoluta, conforme destacado por Ferreira (2016), ocorrendo de forma espontânea em desacordo ao Plano Diretor Municipal.

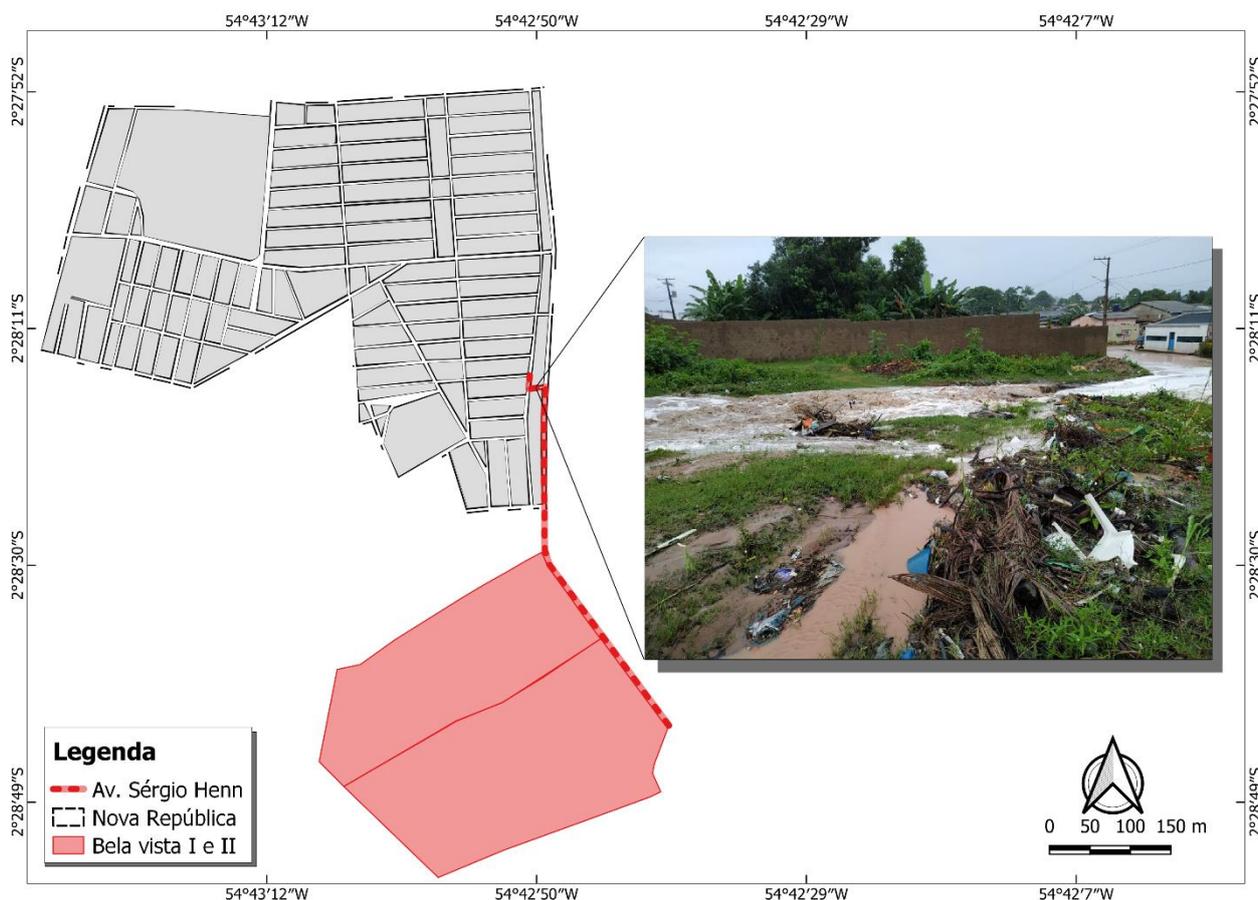
Monteiro e Mendes (2020) também constaram a importância do diagnóstico para identificação dos principais problemas da drenagem urbana de Aparecida de Goiânia. Apresentando reflexões sobre o impacto da intensa antropização dos centros urbanos, as falhas e deficiência das diretrizes que regem uso e ocupação do solo e seus passíveis impactos em sistema de drenagem urbanos consolidados, cenário similar ao analisado no presente estudo.

Outro fator importante que agrava a problemática abordada além do surgimento dos núcleos informais urbanos é a quantidade de resíduos sólidos descartados de forma irregular ao final da Avenida Sérgio Henn em uma área pública municipal. Durante o período de fortes chuvas esses resíduos são carreados para os dispositivos de drenagem obstruindo as bocas de lobo e canalizações (Figura 9). Conforme mencionado por moradores a área está inclusa para ser construindo um calçadão de passeio, porém desde de 2017 não foi realizado nenhuma obra.

Segundo relato dos moradores, a quantidade de resíduos depositados, em sua maioria, é oriunda da construção civil e limpeza de terrenos, reformas em residências, podas de árvores e entre outros.

Figura 9

Localização do Ponto de descarte inadequado de resíduos sólidos e o carreamento destes resíduos durante a ocorrência de uma chuva intensa.



Segundo Takenaka *et al.*, (2012) normalmente os municípios não coletam os resíduos da construção civil, sendo muito comum o despejo em áreas clandestinas, vias públicas, terrenos baldios e até margens de rios, trazendo diversos transtornos como a geração de depósitos instáveis, terrenos problemáticos e/ou, levando à obstrução do escoamento pluvial e provocando inundação.

A grande quantidade de resíduos sólidos dispostos de forma irregular em áreas públicas que chegam ao sistema de microdrenagem pelo escoamento superficial ou pelo descarte direto nas vias. Vale destacar que muitas vezes o problema do sistema de drenagem não necessariamente precisa estar na sua forma estrutural, ou seja, como foi dimensionado e implantado, o problema pode estar sendo causado por fatores externos (resíduos sólidos, lançamento de esgoto, pavimentação de ruas), que impedem o bom funcionamento da rede (Wolf *et al.*, 2016).

Dentro desta ótica, a prefeitura municipal de Santarém possui um projeto denominado Cidade Limpa desenvolvido pela Secretaria Municipal de Infraestrutura (SEMINFRA) que busca incentivar a população quanto ao descarte correto dos resíduos sólidos. O projeto consiste em um mutirão de limpeza para coletar entulhos, seguindo programação pré-estabelecida em bairros e em horários pontuais. É uma oportunidade dada pelo poder público para que os moradores descartem de forma adequada e sem qualquer custo, quaisquer objetos que não sejam destinados a coleta convencional. Mesmo com essa iniciativa a população ainda descarta esses resíduos em áreas públicas, evidenciando a necessidade de utilizar ou aperfeiçoar as estratégias de melhorias no gerenciamento de resíduos sólidos.

Neste âmbito, outra medida adotada pela prefeitura foi a instalação de placas informativas relacionadas a proibição do descarte inadequado de resíduos em vias e logradouros, conforme o

Código de Postura do Município (art. 48 da Lei Municipal nº 19.207/2012). Como forma de adotar medidas de conscientização mais rígidas, a gestão municipal também aplica a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) que prevê reclusão, de um a cinco anos para qualquer pessoa realizando o descarte de resíduos sólidos em áreas públicas.

Apesar da Gestão Municipal adotar iniciativas como estas, a sensibilização ainda é insuficiente. Abreu (2015), destaca que o baixo nível de conscientização/sensibilização da população tem um impacto negativo significativo na qualidade dos serviços de drenagem urbana. Por meio da observação *in loco*, ficou clara a necessidade de conscientização ambiental quanto ao descarte dos resíduos sólidos em locais inapropriados. A população deve receber orientações em especial aos trabalhadores informais “carroceiros” informando sobre os problemas causados que a disposição irregular dos resíduos sólidos urbanos corrobora no agravamento dos problemas de alagamentos.

O poder público precisa ter uma visão holística nas buscas de alternativas para controlar os alagamentos, enchentes, inundações e, não se pode atuar somente nos trechos críticos e não considerar o todo, seja por falta de recursos ou falta de uma visão integrada da problemática.

As pesquisas em torno de alagamentos em áreas urbanas são necessárias pelas inúmeras variáveis que envolvem os eventos e principalmente, em fator dos impactos causados ao meio ambiente e a sociedade, onde os trabalhos relacionados a temática abordada neste estudo corroboram com informações para sociedade, conseqüentemente defesa civil dos municípios, de modo a fazer com que os impactos causados sejam minimizados. Para que isso aconteça, é de extrema importância que se tenha a maior quantidade de dados e informações possíveis sobre a área em análise. Amorim (2000), reforça a importância de se estudar as áreas urbanas, visto que as cidades brasileiras concentram atualmente a maior parte da população do país.

4 CONCLUSÕES, LIMITAÇÕES E CONTINUIDADE DO TRABALHO

Neste artigo realizou-se o diagnóstico do sistema de drenagem urbana do bairro de Nova República identificado os pontos críticos de alagamento e os fatores que contribuem para o comprometimento da eficiência do sistema.

Após a identificação de três pontos críticos de alagamento e a investigação do entorno da área afetada, evidenciou-se os efeitos da ocupação desordenada sobre a frequência e magnitude dos eventos. Como medidas de mitigação e prevenção recomenda-se a realização de manutenção, obstrução e limpeza, planejamento urbano eficaz com uma adequada política de regulamentação do uso e ocupação do solo e de habitação e medidas de sensibilização e controle do descarte irregular dos resíduos sólidos.

Agradecimentos

A Pro – Reitoria de Pesquisa, Pós-graduação e Inovação Tecnológica – PROPPIT/UFOPA pelos recursos financeiros destinados através do Programa de Fomento a Trabalhos de Conclusão de Curso.

A Companhia de Habitação do Estado do Pará – COHAB por ter cedido as plantas do bairro Nova República.

A Associação de Moradores do Bairro Nova República – ASMOBNOR pelo suporte oferecido no período de visitas em campo.

Contribuições dos autores

Rodrigo Rodrigues Souza: Conceituação, análise formal, metodologia, validação de resultados, redação, edição e revisão;

Diani Fernanda da Silva Less: Supervisão, análise formal, redação, edição, revisão, validação de resultados e metodologia;

Jessyca Ingles Nepomuceno dos Santos: Supervisão, análise formal, redação e revisão;

Ana Luiza Tavares Silva: Edição, revisão e análise formal.

Declaração de conflito de interesses

Não há conflitos de interesses de qualquer ordem.

REFERÊNCIAS

- Abreu, J. R. P. de. *Gestão Ambiental Aplicada ao Urbanismo*. 2015. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento Urbano) – Instituto de Tecnologia, Universidade Federal do Pará, Belém, 2015.
- Almeida Filho, G. S.; Ridente Júnior, J. L. Erosão: diagnóstico, prognóstico e formas de controle. *In* Anais VII Simpósio Nacional de Controle de Erosão. Goiânia. 2001. (CD-ROM) ABGE.
- Amorim, A. T. dos S. Santarém: uma Síntese Histórica. 1 ed. Canoas: ULBRA, 1999, p 216 – 217, v.1.
- Amorim, M. C. de C. T.; Conti, J. B. O clima urbano de Presidente Prudente/SP. 2000. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2000.
- Andrade, J. P. M. Medidas não estruturais. *In*: Mendes, H. C.; Marco, G. de; Andrade, J. P. M.; Souza, S. A.; Macedo, R. F. Reflexões sobre impactos das inundações e propostas de políticas mitigadoras – USP/EESC, 2004.
- Andrade, M. M. N de.; Szlafszteni, C. F. Medidas de Enfrentamento e Adaptação a enxurradas em Santarém-Pará. *In*: 16º Congresso Brasileiro de Geologia de Engenharia Ambiental, 2018. São Paulo. Anais [...] São Paulo: ABGE, p. 1-7.
- Araujo, G. H. de S.; Almeida, J. R. de; Guerra A. J. T. *Gestão ambiental de áreas degradadas*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005, p. 273-297. ISBN 85-286-1095-0.
- Braga, J. O. (2016). *Alagamentos e inundações em áreas urbanas: estudo de caso na cidade de Santa Maria – DF*. Monografia de graduação (Disciplina Prática e Pesquisa de Campo 2). Distrito Federal, Brasília. UNB/IH/GEA.
- Brasil, Lei Federal nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispões sobre as sanções penais e administrativas derivadas de lei de crimes ambientais, condutas e atividade lesivas ao meio ambiente (Lei dos Crimes Ambientais). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9605.htm. Acesso em: 15 mar. 2019.
- Castro, A. L. C.; Calheiros, L. B.; Cunha, M. I. R.; Bringel, M. L. N. C. *Manual de desastres: desastres naturais*. 2003. v.1, Brasília, DF: Ministério da Integração Nacional. Disponível em: http://www.esdec.defesacivil.rj.gov.br/documentos/publicacoes_da_secretaria_nacional/6_desastres_naturais_voll.pdf. Acesso em: 28 jun. 2019.
- Defesa Civil de São Bernado do Campo. *Enchente, Innundação, Alagamento ou Enxurrada*. 2015. Disponível em: <http://dcsbcsp.blogspot.com.br/2011/06/enchente-inundacao-ou-alagamento.html>. Acesso em: 10 fev. 2020.
- Ferreira, M. E. M. da S. *Saneamento Ambiental e Urbanização da Amazônia: O caso das comunidades de Bela Vista I e II próximas da Área de Proteção Ambiental/APA Saubal – Santarém/Pará*.

2016. Dissertação (Mestrado em Processos Construtivos e Saneamento Urbano). UFPA. Belém.
- Lima, A. P.; Amorim, M. C. de C. T. Análise de Episódios de Alagamentos e Inundações Urbanas na cidade de São Carlos a partir de notícias de jornal. *Revista Brasileira de Climatologia*. [S.l.], v. 15, apr.2015. ISSN 2237-8642. Disponível em: <http://revistas.ufpr.br/revistaabclima/article/view/33406>. Acesso em: 18 jun. 2019.
- Monteiro, P. R. A.; Mendes, T.A. Evaluation and diagnosis of consolidated urban drainage system. *Research, Society and Development*, [S.l.], v.9, n.8, p. e961986516,2020. DOI:10.33448/rsd-v9i8.6516. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/6516>. Acesso em: 10 nov. 2022.
- Moura, N.C.B., Pellegrino, P.R.M., & Martins, J.R.S. (2014). Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas. *Paisagem e Ambiente: Ensaios*, 34, 107-12.
- Nascimento, J. A. S. Do. Manejo de águas pluviais. In: Cavararo, R. (coord). *Atlas de Saneamento*. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. V.1, cap. 10, p.143-163. ISBN.
- Oliveira, J. M. G C. Expansión urbana y espacialidade rural-urbana em la Amazonia brasileña: el caso de una periferia urbana em Santarém-PA, Brasil. *Revista Geográfica de América Central*, São José, p. 1-12, Jun. 2011. Trabalho apresentado XIII Encuentro de Geógrafos de América Latina, 2011. Universidad de Costa Rica.
- Pedro, L. C.; Nunes, J. O. R. A Relação entre Processos Morfodinâmicos e os Desastres Naturais: Uma Leitura das Áreas Vulneráveis a Inundações e Alagamentos em Presidente Prudente-SP. *Caderno Prudentino de Geografia*. Presidente Prudente, n.34, v.2, p.81-96, ago./dez.2012. Disponível em: <https://revista.fct.unesp.br/index.php/cpg/article/view/2035>. Acesso em: 10 set. 2019.
- Pereira, A.S, Shitsuka, D.M, Parreira, F.J., & Shitsuka, R. (2018). Metodologia da pesquisa científica. [e-book]. Santa Maria. Ed. UAB/NTE/UFSC. Recuperado de https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_MetodologiaPesquisa-Cientifica.pdf.
- Poser, K.; Dransch, Doris. Volunteered geographic information for disaster management with application to rapid flood damage estimation. 2010. *Geomatica*, 64,1, 89-98. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/265619198_Volunteered_Geographic_Information_for_Disaster_Management_with_Application_to_Rapid_Flood_Damage_Estimation/status. Acesso em 08. nov. 2019.
- Prefeitura Municipal de Santarém. Santarém. 2019. Disponível em: https://www.santarem.pa.gov.br/pagina.asp?id_pagina=6. Acesso em: 19 dez. 2019.
- Rocha, M. A. Paisagem Urbana Integrada às Técnicas Compensatórias de Drenagem: Solução Para Os Alagamentos Em Brasília. Tese (Doutorado – Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade de Brasília, 2019. 196p.
- Santarém. Lei nº 18.051, de 29 de dezembro de 2006. Institui o Plano Diretor Participativo do Município de Santarém. Santarém: Secretaria Municipal de Administração. Disponível em: https://www.mdr.gov.br/images/stories/ArquivosSNPU/RedeAvaliacao/Santarem_PlanoDiretorPA.pdf. Acesso em: 20 jun. 2019.
- Santarém. Lei nº 19.207, de dezembro de 2012. Dá Nova Redação ao Código de Posturas do Município de Santarém e dá outras Providências. Santarém: Câmara Municipal. Disponível em: https://www.agenciasantarem.com.br/midias/anexos/215_lei_n_19207_28dez2012_codigo_de_posturas.compressed-ilovepdf-compressed.pdf. Acesso em: 21 jun. 2019.
- Santos, E. T. Dos. Impactos econômicos de desastres naturais em megacidades: o caso dos alagamentos em São Paulo. 2013. Dissertação (Mestrado em Teoria Econômica) – Faculdade

- de Economia, Administração e Contabilidade, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2013. Doi: 10.11606/D.12.2013.tde-17022014-143009. Acesso em: 20 jun. 2019.
- Santos, K. A., Rufino, I. A. A., & Barros Filho, M.N.M. (2017). Impactos da ocupação urbana na permeabilidade do solo: o caso de uma área de urbanização consolidada em Campina Grande – PB. *Eng Sanit Ambient*, 22(5), 943-952.
- Secretaria Municipal de Saúde de Santarém – SEMSA. Perfil municipal da área de atuação da estratégia saúde da família. 2018. Disponível em: <https://www.santarem.pa.gov.br>. Acesso em: 20 jun. 2019.
- Seraphim, A. P. A. C. C. Planejamento urbano e a gestão das águas na cidade: Relação entre tipologias de ocupação urbana e recarga de aquíferos no Distrito Federal. Dissertação de mestrado – Universidade de Brasília. Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo. Brasília, 2018.
- Takenaka, E. M. M.; Arana, A. R. A.; Albano, M. P. Construção Civil e Resíduos Sólidos: Coleta e Disposição Final do Município de Presidente Prudente-SP. *Período Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista*, [S.l.], v. 8, n.12, nov. 2012. ISSN 1980-0827. Disponível em: https://www.amigosdanatureza.org.br/publicacoes/index.php/forum_ambiental/article/view/363. Acesso em: 21 jun. 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.17271/198008278122012363>.
- Targa, M. S. et al. Urbanização e escoamento superficial na bacia hidrográfica do Igarapé Tucunduba, Belém, PA, Brasil. *Revista Ambiente & Água*, v. 7, n. 2, pp. 120-142, 2012. Disponível em: <<https://doi.org/10.4136/ambi-agua.905>>. Epub 16 Set 2014. ISSN 1980-993X. <https://doi.org/10.4136/ambi-agua.905>.
- Tucci, C. E. M. Gestão de Águas Pluviais Urbanas – Ministério das Cidades- Global Water Partnership – World Bank – Unesco. 2007. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/285/o/Gest%C3%A3o_de_Aguas_Pluviais_.PDF?1370615799. Acesso em 20 set. 2019.
- Tucci, C. E. M. Inundações Urbanas. *In*: Tucci, C. E. M; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1997.
- Tucci, C. E. M.; Genz, F. Controle do Impacto da Urbanização. *In*: Tucci, C. E. M; Porto, R. L. L.; Barros, M. T. Drenagem Urbana. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS/ABRH, 1995. v.5,p. 277-347.
- Wolff, D. B. et. al. Resíduos sólidos em um Sistema de drenagem urbana no município de Santa Maria (RS). *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, v. 21, n. 01, pp. 151-158, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100132089>>. ISSN 1809-4457. <https://doi.org/10.1590/S1413-41520201600100132089>.