

**Avaliação da rede de infraestrutura urbana em uma sub-bacia no Município de  
Itaperuna, Estado do Rio de Janeiro, Brasil**

**Evaluation of the urban infrastructure network in a sub-basin in the Municipality of  
Itaperuna, State of Rio de Janeiro, Brazil**

**Evaluación de la red de infraestructura urbana en una subcuenca en el Municipio de  
Itaperuna, Estado de Rio de Janeiro, Brasil**

Recebido: 28/09/2020 | Revisado: 04/10/2020 | Aceito: 05/10/2020 | Publicado: 06/10/2020

**Kerle Borges Vieira**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5714-9904>

Centro Universitário Redentor, Brasil

E-mail: [kerlevieira15@gmail.com](mailto:kerlevieira15@gmail.com)

**Vinicius da Silva Padilha**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4852-9694>

Centro Universitário Redentor, Brasil

E-mail: [kerlepadilha31@gmail.com](mailto:kerlepadilha31@gmail.com)

**Maysa Pontes Rangel**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9413-0214>

Centro Universitário Redentor, Brasil

E-mail: [maysaran@terra.com.br](mailto:maysaran@terra.com.br)

**Priscila Celebrini de Oliveira Campos**

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0612-8625>

Instituto Militar de Engenharia, Brasil

E-mail: [priscilacelebrini@ime.eb.br](mailto:priscilacelebrini@ime.eb.br)

**Resumo**

O crescimento rápido das médias e grandes cidades brasileiras nas últimas décadas vem intensificando o processo de adensamento e uma das consequências é a ocupação indevida das áreas das bacias hidrográficas urbanas. Este artigo tem como objetivo o diagnóstico urbano de uma sub-bacia de contribuição em Itaperuna, um município de uma área semi-urbanizada de 1.105,341 km<sup>2</sup> no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. A metodologia fundamentou-se na avaliação da sub-bacia segundo os critérios de infraestrutura (pavimentação e drenagem),

social (densidade populacional e habitacional) e ambiental (ocorrência de inundações) com base no levantamento cadastral de campo e análise de banco de dados da rede de infraestrutura urbana. Os resultados apontaram que a sub-bacia apresentou um sistema de infraestrutura deficiente no que se refere à pavimentação e drenagem das vias urbanas, além da conservação e preservação do curso de água existente. A partir do diagnóstico apresentado, espera-se que este estudo contribua adicionalmente como uma ferramenta para tomada de decisão do poder público pertinente, levando em consideração estudos e prerrogativas técnicas fundamentais para a implantação de um sistema de drenagem urbana eficaz, garantindo o bem-estar da população residente na região.

**Palavras-chave:** Sub-bacia hidrográfica urbana; Diagnóstico; Infraestrutura urbana; Drenagem urbana.

### **Abstract**

The rapid growth of medium and large Brazilian cities in recent decades has intensified the process of density and one of the consequences is the undue occupation of urban watershed areas. This article aims at the urban diagnosis of a contribution sub-basin in Itaperuna, a municipality of a semi-urbanized area of 1,105.341 km<sup>2</sup> in the Northwest of the State of Rio de Janeiro, Brazil. The methodology was based on the evaluation of the sub-basin according to the criteria of infrastructure (paving and drainage), social (population and housing density) and environmental (occurrence of floods) based on the field cadastral survey and database analysis of the urban infrastructure network. The results showed that the sub-basin presented a deficient infrastructure system with regard to paving and drainage of urban roads, in addition to the conservation and preservation of the existing watercourse. From the diagnosis presented, it is expected that this study will contribute additionally as a tool for decision-making of the relevant public authorities, taking into account studies and technical prerogatives fundamental to the implementation of an effective urban drainage system, ensuring the well-being of the population living in the region.

**Keywords:** Urban sub-basin; Diagnostics; Urban infrastructure; Urban drainage.

### **Resumen**

El rápido crecimiento de las ciudades brasileñas medianas y grandes en las últimas décadas ha intensificado el proceso de densidad y una de las consecuencias es la ocupación indebida de las zonas urbanas de las cuencas hidrográficas. Este artículo tiene como objetivo el diagnóstico urbano de una subcuenca de contribución en Itaperuna, un municipio de una zona

semi-urbanizada de 1105.341 km<sup>2</sup> en el noroeste del Estado de Rio de Janeiro, Brasil. La metodología se basó en la evaluación de la subcuenca de acuerdo con los criterios de infraestructura (pavimentación y drenaje), social (densidad de población y vivienda) y ambiental (ocurrencia de inundaciones) basado en el estudio catastral de campo y el análisis de bases de datos de la red de infraestructura urbana. Los resultados mostraron que la subcuenca presentaba un sistema de infraestructura deficiente en materia de pavimentación y drenaje de carreteras urbanas, además de la conservación y preservación del curso de agua existente. A partir del diagnóstico presentado, se espera que este estudio contribuya adicionalmente como herramienta para la toma de decisiones de las autoridades públicas pertinentes, teniendo en cuenta estudios y prerrogativas técnicas fundamentales para la implementación de un sistema eficaz de drenaje urbano, garantizando el bienestar de la población que vive en la región.

**Palabras clave:** Subcuenca urbana; Diagnóstico; Infraestructura urbana; Drenaje urbano.

## 1. Introdução

A expansão e o desenvolvimento desordenado nas zonas urbanas contribuíram com consideráveis prejuízos para a qualidade de vida da população (Borges et al., 2020). Ao longo dos séculos, é possível verificar a relação entre o desenvolvimento das cidades e as principais redes de infraestrutura urbana (Chen et al., 2015; Qin et al., 2014). Associado ao avanço da urbanização no século XIX, dispunham-se o despejo de resíduos e dejetos em áreas abertas e em corpos hídricos (Miguez & Magalhães, 2010). Nesse período, devido à proliferação de doenças desencadeada pela carência na manutenção dos sistemas de saneamento básico (Souza et al., 2012), constatou-se na Inglaterra e na França o surgimento do conceito de saneamento higienista, vinculado à criação de políticas que interligassem o saneamento básico a questões de saúde pública. As técnicas eram empregadas visando a evacuação dos afluentes urbanos pela aceleração do escoamento na calha e nos conceitos de canalizações e de retificação de meandros (Monteiro et al., 2020; Pickett et al., 2013; Talbot & Lapointe, 2002). Canholi (2014) evidencia que, entretanto, a questão da qualidade da água era vista de forma apenas secundária, resultando na poluição dos córregos e rios.

Após o século XX, a aglomeração da população no espaço foi verificada, “sem o devido planejamento e ocupação sustentável, com pouca infraestrutura e saneamento ambiental (água, esgoto sanitário, drenagem e resíduos sólidos)” (Teixeira et al., 2020; Tucci, 2005). Atrelados ao crescimento populacional, intensificou-se a demanda por sistemas de

distribuição de água e por serviços de coleta das águas residuais, além do aumento de áreas impermeabilizadas que, nos eventos de precipitações pluviométricas intensas, agravaram os problemas de alagamentos, enchentes e inundações (Campos & Paz, 2020; Hora & Gomes, 2009; Salvadore et al., 2015; Silva et al., 2020).

Sumariamente, Zmitrowicz & Angelis Neto (1997, p. 2) definiram a infraestrutura urbana como “um sistema técnico de equipamentos e serviços necessários ao desenvolvimento das funções urbanas, podendo estas funções serem vistas sob os aspectos social, econômico e institucional”. Mascaró & Yoshinaga (2005) acrescentaram que as redes de infraestrutura urbana devem ser concebidas como tal, para que haja a construção de um sistema harmonioso, onde todos os elementos encontram-se articulados. Uma vez que há deficiência na infraestrutura urbana, a renda e a qualidade de vida das pessoas atingidas são conseqüentemente reduzidas. Sendo assim, a designação de uma rede de infraestrutura eficiente torna-se uma solução fundamental para a adaptação do ecossistema aos desafios relacionados às mudanças globais, incluindo as mudanças climáticas, crescimento populacional e desenvolvimento socioeconômico (Borges et al., 2020; De Los Ríos-White et al., 2020; Kordana & Słyś, 2020; Mendes et al., 2020; Sarabi et al., 2019).

Este trabalho tem como objetivo a apresentação de um diagnóstico urbano de uma sub-bacia de contribuição em Itaperuna, um município de uma área semi-urbanizada de 1.105,341 km<sup>2</sup> no Noroeste do Estado do Rio de Janeiro. Para este fim, o trabalho foi estruturado de acordo com as seguintes seções: a segunda seção apresenta uma contextualização sobre o município de Itaperuna e a delimitação da sub-bacia que integra o estudo de caso, seguida da caracterização dos aspectos físicos locais e da identificação dos critérios adotados para avaliação do estudo de caso; a terceira seção exhibe os resultados e discussões; e, por fim, na quarta seção, são apontadas as considerações finais.

## **2. Materiais e Métodos**

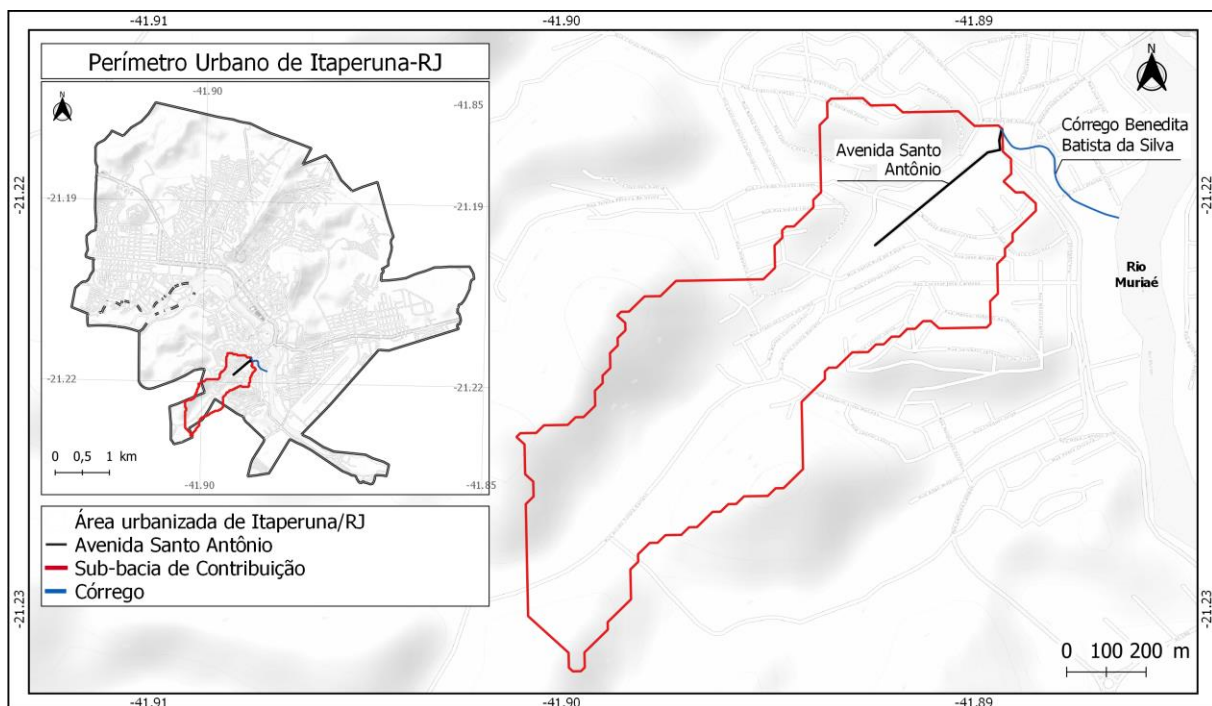
### **2.1. Estudo de Caso: Sub-bacia urbana do município de Itaperuna – RJ**

O trabalho apresenta como metodologia uma pesquisa quali-quantitativa, conforme descrito por Pereira et al. (2018), aplicada a um estudo de caso em uma sub-bacia urbana de Itaperuna – RJ. O município de Itaperuna está localizado na região Noroeste Fluminense, que consiste em 13 cidades pequenas ou médias do Estado do Rio de Janeiro: Aperibé, Itaocara, Italva, Santo Antônio de Pádua, Miracema, Cambuci, São José de Ubá, Laje do Muriaé,

Itaperuna, Bom Jesus do Itabapoana, Natividade, Porciúncula e Varre-Sai. Segundo o IBGE (2020), o município de Itaperuna possui uma área territorial de 1.105.341 km<sup>2</sup>, correspondendo a cerca de 20% da Região Noroeste, e ao 5º município de maior dimensão territorial do estado. A cidade é classificada como de médio porte, com população estimada em aproximadamente 103.224 habitantes em 2019 (dos quais 95.841 foram registrados no último censo de 2010) e densidade populacional de 86,71 habitantes/km<sup>2</sup> (IBGE, 2020).

Em termos hidrográficos, o município está inserido na Bacia do Rio Muriaé (Campos & Paz, 2020). Barbosa et al. (2020) apontaram que a análise, o diagnóstico e o monitoramento ambiental das grandes bacias são facilitados pela subdivisão em bacias menores (sub-bacias). As demarcações das bacias de contribuição são determinadas de acordo com os objetivos a serem alcançados (Paz et al., 2006). Assim, foi realizada a delimitação da área de cobertura da sub-bacia da região de estudo a partir do Modelo Digital de Elevação (MDE) e do mapa hipsométrico utilizado pela análise topográfica para identificar a rota de fluxo na região especificada (Barbosa et al., 2020). Na Figura 1 é apresentada a sub-bacia delimitada.

**Figura 1.** Sub-bacia de contribuição à Avenida Santo Antônio, Córrego Benedita Batista da Rocha e a localização geográfica na área urbanizada do município de Itaperuna – RJ.



Fonte: Autores (2020).

Nesse cenário, a sub-bacia de estudo de caso está localizada na área urbanizada de Itaperuna, às margens do rio Muriaé, em uma área total de 0,7504 km<sup>2</sup>. A localização dessa

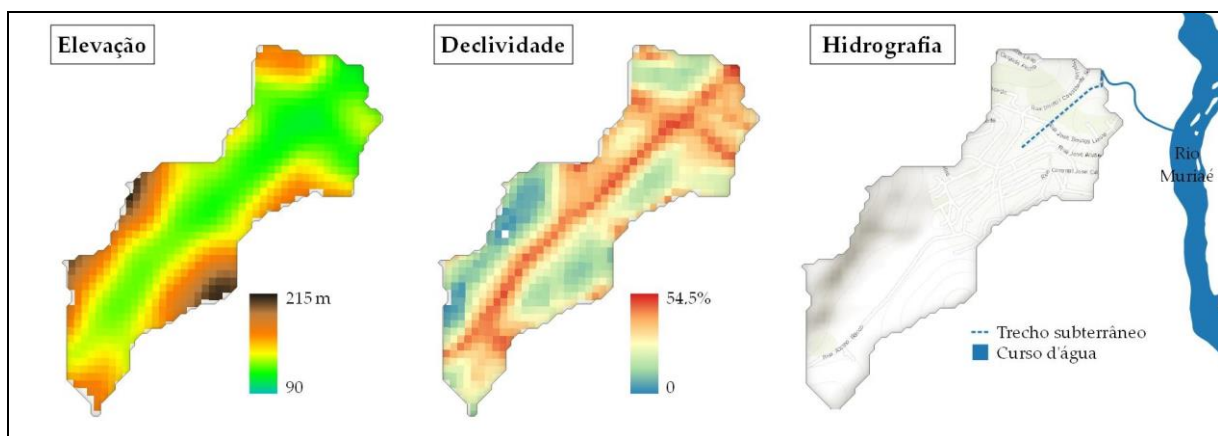
região pode ser demonstrada na Figura 1, com a topografia, a indicação da principal via urbana (Avenida Santo Antônio) e do afluente do curso d'água até o Rio Muriaé (Córrego Benedito Batista da Rocha).

Complementarmente, Silveira (2001) afirmou que os dados contidos em mapeamentos – imagens aéreas e de satélite, medidos diretamente ou contabilizados por valores indicadores – são classificados como aspectos físicos de uma bacia. Assim, foram abordadas as características físicas e antrópicas, consideradas objeto de estudo para o diagnóstico da sub-bacia urbana do rio Muriaé (Silveira, 2001).

## 2.2. Caracterização Local

O Bairro Niterói localiza-se no município de Itaperuna – RJ e às margens do Rio Muriaé, tendo sua área delimitada pelos bairros Fiteiro e São Francisco/Matinada. Na área de estudo, é possível observar uma predominância intercalada de morros altos ou baixos entre 90 e 215 m de elevação (Figura 2). De acordo com o mapa de declividades, é identificado que a sub-bacia de estudo de caso é caracterizada por ondulações com a ausência de escarpas íngremes, com vales em constante aprofundamento e ampliação independentemente das áreas da pequena inclinação, entre 0 e 54,5% de declividade na área.

**Figura 2.** Mapeamentos de caracterização física (elevação, declividade e hidrografia) da sub-bacia urbana do Rio Muriaé.



Fonte: Autores (2020).

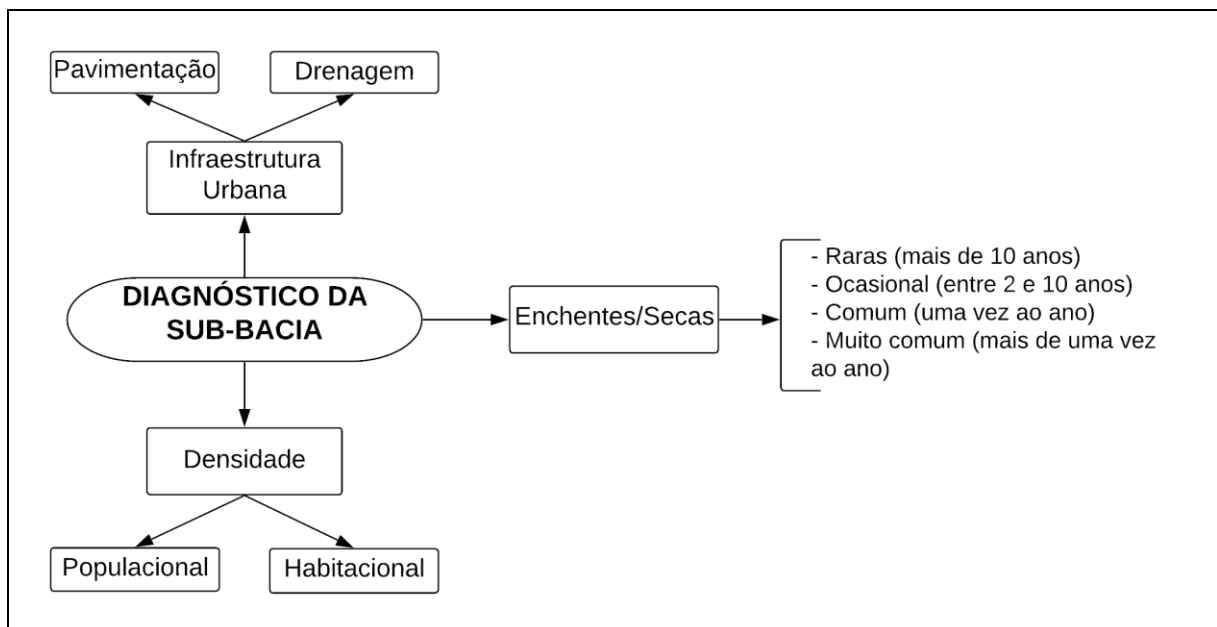
A avaliação topográfica da região, apresentada na Figura 2, apontou que a sub-bacia está em uma área de vales, onde toda a rede de infraestrutura apresenta elevações que se estendem entre pontos altos e mais baixos do terreno. Através do Modelo Digital de Elevação,

foi possível analisar a direção da vazão de águas pluviais da sub-bacia de contribuição que convergem para a Avenida São João e tem como exultório o Rio Muriaé.

### 2.3. Diagnóstico da Sub-bacia

Um projeto de engenharia deve trazer benefícios à população minimizando os impactos provocados ao meio ambiente, dentro das normas técnicas e com o menor custo possível. A metodologia apresentada neste artigo teve como base as seguintes etapas principais: i) definição dos critérios para diagnóstico da sub-bacia; e ii) levantamento de registro de campo e análise de banco de dados disponíveis sobre a região de análise. Os critérios definidos para o diagnóstico urbano (Figura 3) consistiram na análise da infraestrutura urbana no que se referem às vias e ao sistema de drenagem, verificação ambiental da ocorrência de enchentes/secas na região e avaliação social pela densidade populacional e habitacional.

**Figura 3.** Metodologia de diagnóstico urbano adotada para avaliação da sub-bacia, fundamentada na avaliação da infraestrutura urbana (pavimentação e drenagem), identificação da ocorrência dos desastres naturais como enchentes ou secas e dos aspectos sociais de acordo o levantamento da densidade populacional e habitacional.



Fonte: Autores (2020).

Baseado na Figura 3, cada critério apresentado pode ser sumariamente identificado e avaliado conforme descrito a seguir:

– **Sistema Viário (Pavimentação):** o sistema viário faz referência às vias de fluxo de transportes e pedestres, podendo constituir uma ou mais redes de circulação conforme o espaço urbano disponível. Portanto, consiste na via responsável por receber os veículos, automotores, bicicletas e pedestres e demais usuários. De acordo com as classificações funcionais (DNIT, 2010), as vias urbanas podem ser categorizadas em: i) sistema expresso, correspondente às vias que atendem a um grande volume de tráfego a longos percursos de viagens, podendo atingir uma velocidade média de operações de 90 km/h; ii) sistema arterial, vias que atendem ao tráfego direto com percurso contínuo que provêm de um nobre grau de mobilidade para viagens mais extensas, um adequado projeto de acesso e controle de entradas, saídas e retornos; iii) sistema coletor, que possuem como finalidade a distribuição do trânsito de saída e entrada das vias de trânsito rápido ou arteriais e, por fim, iv) sistema local, onde são integradas todas as vias não constituintes dos sistemas hierárquicos superiores, com velocidade diretriz igual ou superior a 30km/h.

Quanto à avaliação qualitativa de desempenho do pavimento, a pavimentação da via deve ser realizada de forma a resistir e distribuir os esforços mecânicos provenientes do tráfego de veículos para o terrapleno, proporcionando segurança e conforto aos usuários. O método de Levantamento Visual Contínuo (LVC) é proposto pelo DNIT (2003), sendo realizado em campo com o objetivo de investigar a integridade quanto à superfície de rolamento e a identificação de possíveis manifestações patológicas estruturais.

– **Drenagem Urbana:** a drenagem urbana corresponde ao conjunto existente da infraestrutura urbana responsável por gerenciar o excesso de água que escoar no meio urbano e minimizar os prejuízos resultantes de precipitações intensas e atenuação de cheias (Diogo, 2014).

- **Microdrenagem:** os subsistemas de microdrenagem correspondem a técnicas e medidas a nível de loteamento ou rede primária, compostos pelos dispositivos que captam as águas pluviais, superficialmente ou subterraneamente, e conduzem-nas para as galerias ou canais urbanos.
- **Macro-drenagem (Curso de Água):** correspondente ao exultório da rede primária de drenagem e/ou cursos de água naturais ou canais. O Córrego Benedito Batista da



Rocha deverá ser diagnosticado quanto à seção e aos revestimentos das margens e leito, presença de poluição e ocorrência de desmoronamento, erosão e/ou assoreamento (Campos et al., 2020).

– **Inundações/Secas:** tais eventos ambientais acarretam impactos negativos na população e território local. Mapeamentos existentes de tais eventos ambientais realizados pela Companhia de Pesquisa Recursos Minerais (CPRM, 2019) e validados por Campos & Paz (2020) permitem a identificação e levantamento do impacto na região analisada, assim como a determinação da frequência em rara (mais de 10 anos), ocasional (entre 2 e 10 anos), comum (uma vez ao ano) ou muito comum (mais de uma vez ao ano).

– **Densidade Populacional e Habitacional:** identificação do número de habitantes e de habitações enquadradas na sub-bacia que refletem nas características de desenvolvimento social. A avaliação procedeu-se a partir de dados de setores censitários relativos ao último censo realizado em 2010 (IBGE, 2010).

A sustentabilidade do meio urbano deve-se levar em conta elementos fundamentais e interligados para o andamento adequado da cidade, formando um cenário complexo e multidisciplinar. Nesse sentido, a proposição de um diagnóstico pode ser utilizada como auxílio na avaliação de intervenções alternativas e pode ser incorporada no futuro ao planejamento urbano. Os procedimentos propostos para o diagnóstico da rede de infraestrutura são uma ferramenta essencial para auxiliar a gestão urbana no desenvolvimento de projetos de manutenção e recuperação compatíveis com a situação urbana avaliada e que servem como subsídio para o encaminhamento de soluções adequadas às necessidades socioambientais do ecossistema urbano.

### 3. Resultados e Discussão

Neste trabalho, realizou-se inicialmente a delimitação da sub-bacia de contribuição à Avenida Santo Antônio, correspondente ao ecossistema deste estudo de caso. O foco da investigação direciona-se ao levantamento da rede de infraestrutura urbana de acordo com os indicadores socioambientais para a proposição de um diagnóstico que auxilie na avaliação de alternativas de intervenções que possam ser incorporadas futuramente ao planejamento urbano. Dessa forma, a análise procedeu pela subdivisão dos elementos nas dimensões

sociais, os quais se incluem o sistema viário e avaliação da qualidade da pavimentação das vias, sistema de drenagem de águas pluviais e verificação da ocorrência de enchentes na região e, por fim, a análise dos aspectos sociais pela densidade populacional e habitacional.

O sistema viário integrado à sub-bacia de contribuição da Avenida Santo Antônio é composto por um total de 32 vias, categorizadas segundo a classificação de vias urbanas em: uma via coletora, correspondente à Avenida Santo Antônio; uma via arterial, denominada Rua Rafael Vasconcelos; as outras 30, designadas como vias locais.

Pesquisas do IBGE (2020) mostraram que, de modo geral, a qualidade das pistas de rolamento pertencentes ao município é de má qualidade, apenas 31,9% dos domicílios urbanos recebem o serviço de urbanização de forma adequada. O serviço de urbanização engloba todos os fatores que diz respeito ao sistema de bueiro, calçada, pavimentação e meio-fio e está na 64ª posição do Estado do Rio de Janeiro. Constam, no município, rodovias federais e estaduais, as quais se encontram pavimentadas. Entretanto, nem sempre em boas condições, o grande fluxo de tráfego e a má qualidade de sistemas de drenagem nas vias ocasionam trincas e fissuras que aumentam gradativamente com infiltrações providas das grandes chuvas, podendo chegar a grandes buracos no pavimento e causando inúmeros transtornos. No entanto, apesar das manutenções realizadas regularmente pelo órgão competente, a pista de rolamento em toda sua extensão encontra-se com grande porção de restaurações irregulares na superfície que impactam na qualidade de rolamento e conforto dos usuários.

As avenidas do estudo apresentaram, ao longo da camada de rolamento, irregularidades e defeitos generalizados na superfície. Em locais pontuais, o pavimento encontra-se em elevado estado de deterioração, causando desconforto aos usuários e não cumprindo as funções exigidas para este tipo de estrutura. Assim, a avaliação da condição do pavimento torna-se essencial para a seleção do método de intervenção apropriado.

Sequencialmente, o levantamento topográfico da região apontou que a sub-bacia encontra-se numa área de vales (vide Figura 2), onde toda a rede de infraestrutura apresenta elevações que se estendem entre pontos altos e mais baixos do terreno. O sistema de drenagem superficial é considerado ineficiente e não atende aos conceitos funcionais e de utilização aos quais deveriam ser projetados. Em ocasiões de chuvas intensas, o problema é substancialmente agravado, como também observado pelo trabalho de Santos et al. (2020). Durante as precipitações, o trânsito na via é paralisado devido a formação de áreas alagadas que comprometem o fluxo de veículos e de pedestres.

Mediante o Modelo Digital de Elevação, foi possível analisar a direção do escoamento de águas pluviais da sub-bacia de contribuição que converge à Avenida Santo Antônio e tem como exultório o Córrego Benedito Batista da Rocha Silva com deságue no Rio Muriaé. O curso hídrico que percorre apresentou trechos obstruídos e canalizados por construções irregulares adjacentes, visivelmente assoreados e sem manutenção. Também foi possível identificar lançamento da rede de esgoto no córrego e, conseqüentemente, no Rio Muriaé sem o tratamento devido, com impacto observado na qualidade da água do curso hídrico. A Figura 4 apresenta as imagens do Córrego Benedito Batista da Silva, na qual é possível observar construções implantadas limítrofes, a seção do córrego e a poluição presente.

**Figura 4.** Levantamento fotográfico para o diagnóstico do Córrego Benedito Batista da Silva.



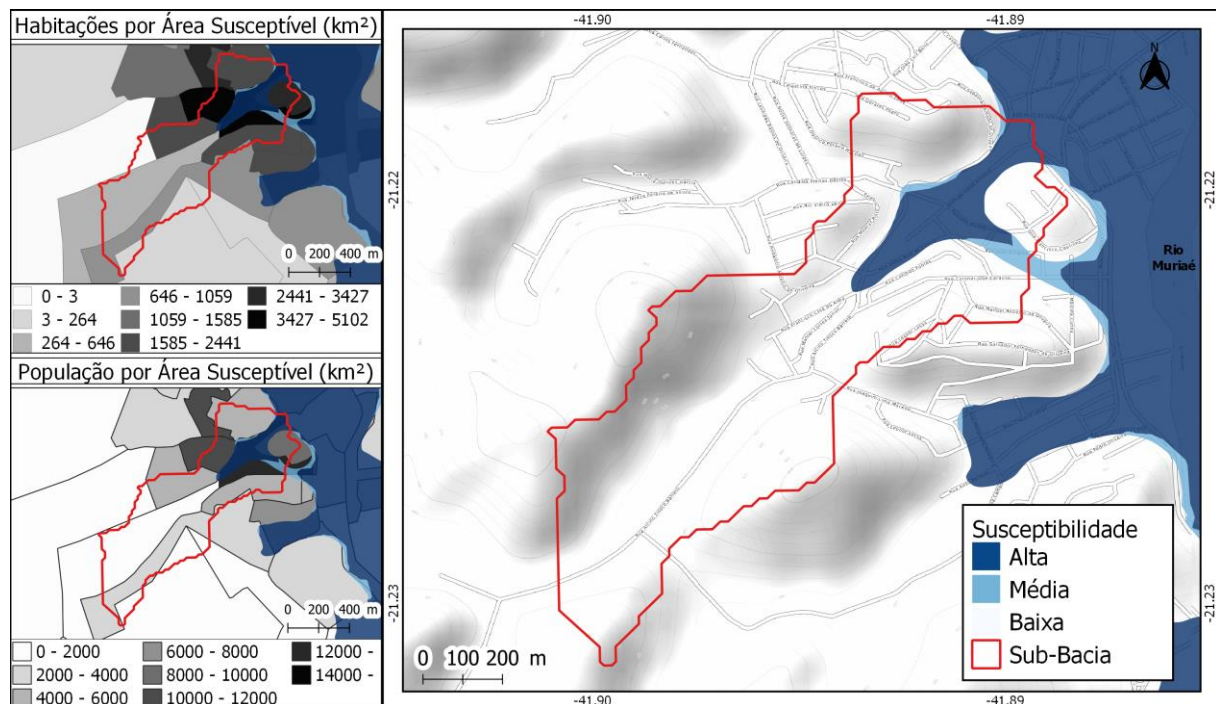
Fonte: Autores (2020).

O abastecimento de água de Itaperuna é proveniente do corpo hídrico do Rio Muriaé; porém, tratando-se de saneamento ambiental, a bacia não possui um adequado tratamento dos efluentes provenientes dos esgotos domésticos. Conseqüentemente, são lançadas “in natura” as matérias orgânicas, assim como os coliformes fecais e produtos químicos, de modo a afetar

a saúde pública da população da bacia e a qualidade da água do curso hídrico, como exposto na Figura 4.

Além dos dilemas enfrentados pela poluição dos cursos hídricos, a sub-bacia é afetada pela ocorrência de desastres naturais, em especial, as inundações. Estudos e mapeamentos de inundações realizados no município de Itaperuna permitiram a investigação das ocorrências influentes na região de análise. A Figura 5 exibe o mapeamento das áreas suscetíveis a inundação com base em fatores permanentes da sub-bacia investigada, categorizada em alta, média e baixa susceptibilidade, e das habitações e população locais por área susceptível (km<sup>2</sup>).

**Figura 5.** Mapeamento das áreas suscetíveis a inundação com base em fatores permanentes da sub-bacia investigada, categorizada em alta, média e baixa susceptibilidade.



Fonte: Autores (2020).

Com base nos dados apresentados na Figura 5, identificou-se que a sub-bacia de contribuição do estudo encontra-se inserida parcialmente na zona de alta susceptibilidade a inundações (0,066 km<sup>2</sup>, equivalente a 8,55% da sub-bacia), com frequência ocasional (entre 2 e 10 anos) diagnosticada (Campos & Paz, 2020). Adicionalmente, 871 habitantes e 301 domicílios foram mapeados nas regiões de susceptibilidade a inundações. Dessa forma, a identificação das áreas de susceptibilidade a inundações na região da sub-bacia realça a

importância da análise do sistema de drenagem existente e o desenvolvimento de alternativas que minimizem o problema.

Por fim, com relação ao levantamento populacional e habitacional de toda a região da sub-bacia, foi possível a contabilização relacionando os dados de setores censitários conforme especificado no Censo (IBGE, 2010). Em concordância com os dados censitários, a classificação adotada sugere que, em termos territoriais, a sub-bacia apresentou um total de 3.562 habitantes e 1.179 domicílios estimados com base no censo de 2010.

#### **4. Considerações Finais**

Este estudo apresentou um diagnóstico urbano com base nos critérios de infraestrutura (pavimentação e drenagem), social (densidade populacional e habitacional) e ambiental (ocorrência de inundações) de uma sub-bacia localizada no perímetro urbano do município de Itaperuna – RJ. Os resultados apontaram que a região possui um sistema viário e de drenagem, embora existentes, com um desempenho ineficiente e apresentação de deterioração nas vias e alagamentos na ocasião de chuvas intensas. Em relação à macrodrenagem, o córrego apresentou assoreamento, com construções limítrofes, presença de poluição, além de estar sujeito a ocorrências ocasionais de inundações que afetam 871 habitantes e 301 domicílios da região.

A inexistência de planejamento e de organização da infraestrutura urbana, ocasionada pelo crescimento desordenado, impacta no bem estar e desenvolvimento das atividades de uma cidade, na diminuição da qualidade de vida, na insegurança da sociedade e, conseqüentemente, na saúde pública.

Assim, para o desenvolvimento de propostas de recuperação da região, recomenda-se como sugestões para trabalhos futuros estudar criteriosamente os elementos disponíveis e aplicar os conhecimentos para tornar o projeto tecnicamente e economicamente adequado. Tais recomendações evitarão impactos sociais, decorrentes de desapropriações, e técnico-funcionais, quando aplicados desníveis inadequados entre o conjunto urbano. Adicionalmente, é sugerido o estudo de viabilidade para a implantação de uma Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) no município, assim como trabalhos que viabilizem o monitoramento da qualidade da água nos cursos hídricos e propostas para redução da poluição local.

## Referências

- Barbosa, I. C. C., Souza, A. M. L., Silva, E. R. M., Silva, H. J. F., Vitorino, M. I., & Costa, L. G. S. (2020). Vista do Variáveis físico-geográficas e as implicações sobre vulnerabilidade ambiental na Sub-Bacia do Rio Guamá, Pará, Brasil. *Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais*, 11 (3), 264–291. doi:10.6008/CBPC2179-6858.2020.003.0022
- Borges, E. C., Paz, I., Leite Neto, A. D., Willinger, B., Ichiba, A., Gires, A., Campos, P. C. de O., Monier, L., Cardinal, H., Amorim, J. C. C., Tisserand, B., Tchiguirinskaia, I., & Schertzer, D. (2020). Evaluation of the spatial variability of ecosystem services and natural capital: the urban land cover change impacts on carbon stocks. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 1–11. doi:10.1080/13504509.2020.1817810
- Campos, P. C. O., Paz, T. da S. R., Lenz, L., Qiu, Y., Alves, C. N., Simoni, A. P. R., Amorim, J. C. C., Lima, G. B. A., Rangel, M. P., & Paz, I. (2020). Multi-Criteria Decision Method for Sustainable Watercourse Management in Urban Areas. *Sustainability*, 12 (16), 6493. doi:10.3390/su12166493
- Campos, P. C. O., & Paz, I. (2020). Spatial Diagnosis of Rain Gauges' Distribution and Flood Impacts: Case Study in Itaperuna, Rio de Janeiro—Brazil. *Water*, 12 (4), 1120. doi:10.3390/w12041120
- Canholi, A. P. (2014). *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de textos.
- Chen, Y., Zhou, H., Zhang, H., Du, G., & Zhou, J. (2015). Urban flood risk warning under rapid urbanization. *Environmental Research*, 139, 3–10.
- CPRM — Companhia de Pesquisa Recursos Minerais. (2019). *Bacia do Rio Muriaé*. Recuperado de [https://www.cprm.gov.br/sace/index\\_bacias\\_monitoradas.php?getbacia=bmuriae#](https://www.cprm.gov.br/sace/index_bacias_monitoradas.php?getbacia=bmuriae#)

DeLosRíos-White, M. I., Roebeling, P., Valente, S., & Vaittinen, I. (2020). Mapping the Life Cycle Co-Creation Process of Nature-Based Solutions for Urban Climate Change Adaptation. *Resources*, 9 (4), 39. doi:10.3390/resources9040039

Diogo, F. J. d'Almeida. (2014). *Drenagem Urbana: Fundamentos*. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes (2003). *NORMA DNIT 008/2003 - PRO: Levantamento visual contínuo para avaliação da superfície de pavimentos flexíveis e semi-rígidos Procedimento*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias.

DNIT – Departamento Nacional de Infraestrutura de Transportes. (2010). *IPR-742: Manual de Implantação Básica de Rodovia*. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Rodoviárias.

Hora, S. B. da, & Gomes, R. L. (2009). Mapeamento e avaliação do risco a inundação do Rio Cachoeira em trecho da área urbana do Município de Itabuna/BA. *Sociedade & Natureza*, 21 (2), 57–75. doi:10.1590/s1982-45132009000200005

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Censo 2010*. Recuperado de <https://censo2010.ibge.gov.br>

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2020). *Portal IBGE Cidades*. Recuperado de <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/itaperuna/panorama>

Kordana, S., & Słyś, D. (2020). Decision criteria for the development of stormwater management systems in Poland. *Resources*, 9 (2). doi:10.3390/resources9020020

Mascaró, J. L., & Yoshinaga, M. (2005). *Infraestrutura Urbana*. Porto Alegre: Masquatro Editora.

Mendes, R., Fidélis, T., Roebeling, P., & Teles, F. (2020). The institutionalization of nature-based solutions-a discourse analysis of emergent literature. *Resources*, 9(1). doi:10.3390/resources9010006

Miguez, M. G., & Magalhães, L. P. C. (2010). Urban Flood Control, Simulation and Management: an Integrated Approach. Em A. C. de Pina Filho & A. C. de Pina (Ed.), *Methods and Techniques in Urban Engineering* (pp 131-160). IntechOpen.

Monteiro, P. R. A., & Mendes, T. A. (2020). Evaluation and diagnosis of consolidated urban drainage system. *Research, Society and Development*, 9(8), e961986516. doi:10.33448/rsd-v9i8.6516

Paz, A. R., Collischonn, W., & Lopes da Silveira, A. L. (2006). Improvements in large-scale drainage networks derived from digital elevation models. *Water Resources Research*, 42 (8). doi:10.1029/2005WR004544

Pereira, A. S., Shitsuka, D. M., Parreira, F. J., & Shitsuka, R. (2018). *Metodologia da Pesquisa Científica*. Santa Maria: Ed. UAB/NTE/UFSM. Recuperado de [https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic\\_Computacao\\_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1](https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/15824/Lic_Computacao_Metodologia-Pesquisa-Cientifica.pdf?sequence=1)

Pickett, S. T. A., Boone, C. G., McGrath, B. P., Cadenasso, M. L., Childers, D. L., Ogden, L. A., McHale, M., & Grove, J. M. (2013). Ecological science and transformation to the sustainable city. *Cities*, 32, S10–S20. doi:10.1016/j.cities.2013.02.008

Qin, H., Su, Q., Khu, S.-T., & Tang, N. (2014). Water Quality Changes during Rapid Urbanization in the Shenzhen River Catchment: An Integrated View of Socio-Economic and Infrastructure Development. *Sustainability*, 6 (10), 7433–7451.

Salvadore, E., Bronders, J., & Batelaan, O. (2015). Hydrological modelling of urbanized catchments: A review and future directions. *Journal of Hydrology*, 529 (1), 62–81. doi:10.1016/j.jhydrol.2015.06.028

Santos, Y. R. P. dos., Brito, J. J. C. P. de A., & Silva, M. dos S. S. (2020). Evaluation of design elements and the state of conservation of the unpaved road section in the state of Pernambuco, Brazil. *Research, Society and Development*, 9(9), e602997501. doi:10.33448/rsd-v9i9.7501



Sarabi, S. E., Han, Q., Romme, A. G. L., de Vries, B., & Wendling, L. (2019). Key enablers of and barriers to the uptake and implementation of nature-based solutions in urban settings: A review. *Resources*, 8(3), 121. doi:10.3390/resources8030121

Silva, J. J. R., Oliveira, G. de A., Monte-Mor, R. C. de A., Freitas, A. C. V., & Lima, F. N. (2020). Analysis of flood events in sub-basin Carneirinhos, João Monlevade, Minas Gerais. *Research, Society and Development*, 9(6), e33963383. doi:10.33448/rsd-v9i6.3383

Silveira, A. L. L. (2001). Ciclo hidrológico e bacia hidrográfica. In C. E. M. Tucci (Ed.), *Hidrologia: ciência e aplicação* (pp. 35–51). Editora da UFRGS / ABRH.

Souza, C., Cruz, M., & Tucci, C. (2012). Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 17 (2), 9–18.

Talbot, T., & Lapointe, M. (2002). Modes of response of a gravel bed river to meander straightening: The case of the Sainte-Marguerite River, Saguenay Region, Quebec, Canada. *Water Resources Research*, 38 (6), 9-1-9–7. doi:10.1029/2001WR000324

Teixeira, G. da S., Rodrigues, R. S. S., Crispim, D. L., Fernandes, L. L., & Bittencourt, G. M. (2020). Methodologies for Characterization and Evaluation of Urban Drainage Systems: a review. *Research, Society and Development*, 9(4), e197943063. doi:10.33448/rsd-v9i4.3063

Tucci, C. E. M. (2005). *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco.

Zmitrowicz, W., & Angelis Neto, G. de. (1997). *Infra-estrutura urbana*. São Paulo: EPUSP.

#### **Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito**

Kerle Borges Vieira – 30%

Vinicius da Silva Padilha – 30%

Maysa Pontes Rangel – 10%

Priscila Celebrini de Oliveira Campos – 30%