

## **XV SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE**

### **IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS VULNERÁVEIS ÀS ENCHENTES E INUNDAÇÕES E PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS NA CIDADE DE CARUARU - PE**

*Wesley Michael Pereira Silva<sup>1</sup>; Mirelly de Oliveira Farias<sup>2</sup>; João Farias da Costa Junior<sup>3</sup>;  
Saulo de Tarso Bezerra<sup>4</sup>; José Almir Cirilo<sup>5</sup>*

**RESUMO** – Com o crescimento na taxa de urbanização, cada vez mais áreas tornam-se impermeáveis, prejudicando a infiltração da água no solo. Além disso, algumas práticas adotadas nos projetos de sistemas de drenagem favorecem a velocidade de escoamento, permitindo que a água chegue no corpo hídrico mais rapidamente e com maior vazão, aumentando a probabilidade de formação de enchentes que afetam construções próximas aos rios. Este artigo destaca a importância de práticas sustentáveis para diminuir os efeitos causados pela urbanização e tem por objetivo analisar a atual situação da cidade de Caruaru, localizada na mesorregião do Agreste de Pernambuco. A classificação territorial demonstrou que há inúmeras construções nas proximidades dos rios que não respeitam os limites da área de preservação permanente, estabelecidos pela Código Florestal. Logo, essas edificações estão mais propensas a danos causados pelas enchentes.

**ABSTRACT** – With the increase in the rate of urbanization, more and more areas become impermeable, hindering the infiltration of water into the soil. In addition, some practices of the drainage system favor the flow rate, allowing the water to reach the water body more quickly and with greater flow, increasing the probability of the formation of floods that affect buildings close to the rivers. This article highlights the importance of sustainable practices to reduce the effects caused by urbanization and aims to analyze the current situation in the city of Caruaru, located in the Agreste region of Pernambuco. The territorial classification has shown that there are numerous constructions close to the rivers that do not respect the limits of the permanent preservation area, established by the Forest Code. Therefore, these buildings are more prone to damage caused by floods.

**Palavras-Chave:** Drenagem Urbana Sustentável, Planejamento Urbano.

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE – CAA. E-mail: wesley.michael@ufpe.br.

<sup>2</sup> Engenheira Cartógrafa e mestranda em Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE – CTG. Gerente de Cadastro Territorial. E-mail: mirellyofarias@gmail.com.

<sup>3</sup> Graduando em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Pernambuco, UFPE – CAA. E-mail: juniorfariasdacosta@gmail.com.

<sup>4</sup> Professor Associado do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco. E-mail: s.bezerra@yahoo.com.br.

<sup>5</sup> Professor Titular do Campus Agreste da Universidade Federal de Pernambuco, UFPE – CAA. E-mail: almir.cirilo@gmail.com.

## 1 INTRODUÇÃO

Historicamente, as áreas nas proximidades dos rios passaram por um processo de habitação e assim se formaram grandes civilizações da humanidade, como a Mesopotâmia e o Egito. Esse fato foi fundamental para o desenvolvimento da agricultura irrigada e da utilização de rios para transporte de pessoas e mercadorias. Com o controle da água foi possível o surgimento das primeiras grandes civilizações (MUNFORD, 1961).

Devido ao crescimento populacional, além do aumento na taxa de urbanização, diversos problemas relacionados à infraestrutura urbana surgiram ao longo do tempo. O sistema de drenagem de águas pluviais é um dos mais afetados, onde fatores como a impermeabilização do solo, o desmatamento da vegetação e a poluição afetam diretamente seu desempenho. A falta de planejamento urbano, além da pouca conscientização ambiental por partes dos gestores e da população contribuem com o agravamento nos problemas de drenagem urbana. Grandes construções de engenharia civil realizadas sem preocupação com o meio ambiente causam o aumento da impermeabilização do solo e o desmatamento de grandes áreas.

O desmatamento é responsável pela diminuição do atrito existente entre a água proveniente das chuvas e o solo, acarretando o aumento da velocidade de escoamento. Devido ao aumento na velocidade de escoamento, grandes quantidades de água chegam aos rios mais rapidamente, além de provocarem a erosão do solo por onde passam. Dessa forma, os rios passam a receber mais água e aumentam sua vazão em tempos chuvosos.

Quando os rios não possuem capacidade para escoar toda água recebida, pois seu espaço natural foi ocupado por construções, a água toma diferentes destinos e acaba por invadir áreas urbanizadas causando destruição. Cerca de 8,2 milhões de brasileiros ocupam área de risco de enchentes e/ou de deslizamentos de terra (IBGE, 2010). Essas inundações afetam a infraestrutura urbana, degeneram a qualidade de vida da população e em casos extremos podem ocasionar a morte de pessoas e animais.

A Lei de nº 12.651 de 2012 do Código Florestal, estabelece as Áreas de Preservação Permanente (APP) como faixas marginais de 30 m-para qualquer curso de água natural com largura de até 10 m (BRASIL, 2012). O município de Caruaru, banhado pelos rios Ipojuca e Capibaribe, busca, através da Prefeitura Municipal (PMC), promover o desenvolvimento sustentável da cidade

preservando os recursos hídricos presentes na região. Em seu plano diretor, a PMC definiu como Setor de Sustentabilidade Ambiental as áreas formadas pelas quadras parcialmente edificadas no entorno dos rios e canais, que devem possuir 15 metros de faixa livre, além de aprovação no órgão de gestão ambiental (CARUARU, 2019).

Diante dos problemas, medidas alternativas passaram a ser desenvolvidas de modo que os problemas causados pela crescente urbanização sejam amenizados. Os sistemas de informação geográfico (SIGs) podem contribuir tanto no planejamento quanto na gestão dos instrumentos de ordenamento territorial. A partir do uso dessas ferramentas, os estudos de uso e ocupação da terra, se tornam um dos principais indicadores para a interpretação da gestão ambiental urbana, bem como para o planejamento de estratégias voltadas a reorganização do território e ao desenvolvimento socioterritorial (FIDELIS-MEDEIROS e GRIGIO, 2019).

Assim, o objetivo desse trabalho é analisar a atual situação do município de Caruaru, localizado no Agreste do Estado de Pernambuco, identificando as áreas vulneráveis às enchentes e inundações e analisar algumas metodologias potencialmente sustentáveis com o propósito de evitar e/ou controlar o fluxo de água.

## **2. PRÁTICAS SUSTENTÁVEIS**

Devido à urbanização, cada vez mais áreas se tornam impermeáveis, além disso, alguns mecanismos de drenagem convencional conduzem a água mais rapidamente para o corpo receptor, ou seja, o corpo receptor vai receber uma vazão maior que a situação com condições naturais de escoamento provocando maiores riscos de enchentes (RONQUIM, 2014).

Para evitar e controlar a ocorrências de cheias são apresentadas metodologias estruturais e não estruturais. As metodologias estruturais são as soluções físicas da engenharia e as metodologias não estruturais são soluções indiretas, que envolvem o controle do uso e ocupação do solo, criação de normas, regulamentos e programas, envolvendo a participação da população, que é indispensável para a implementação, onde são ensinados conceitos de educação ambiental para conscientizar e educar.

De modo a manter as condições naturais do ciclo hidrológico, as medidas tomadas devem ser escolhidas de forma sustentáveis para as mudanças serem menores e não alterar drasticamente o fluxo natural da água (MIGUEZ et al., 2016). As Figuras 1 e 2 demonstram aplicações de alguns desses

mecanismos que são implantados no sistema de drenagem urbana. As fotos da Figura 1 ilustram um estacionamento com bloco vazados e calçadas com gramas postas nas laterais, enquanto a Figura 2 ilustra uma área de infiltração num canteiro e uma bacia de retenção.



Figura 1 – Técnicas sustentáveis de drenagem urbana.  
Fonte: Tucci (2005).

As fotos da Figura 2 ilustra uma área de infiltração num canteiro e a uma bacia de retenção.



Figura 2 – Técnicas compensatórias.  
Fonte: Tucci (2005).

Essas técnicas e todas as outras aplicadas no meio urbano tem a função de diminuir o escoamento da água, mantendo parte da água retida no espaço urbano como forma de elemento paisagístico, e isso ajuda na redução da vazão que chega nos rios.

### 3. METODOLOGIA

Inicialmente, foi realizada uma análise de um trecho da zona urbana de Caruaru, compreendido entre os bairros Indianópolis, Nossa Senhora das Dores, Petrópolis, São Francisco e Santa Rosa, banhado pelo rio Ipojuca que possui construções em suas margens (Figura 3).

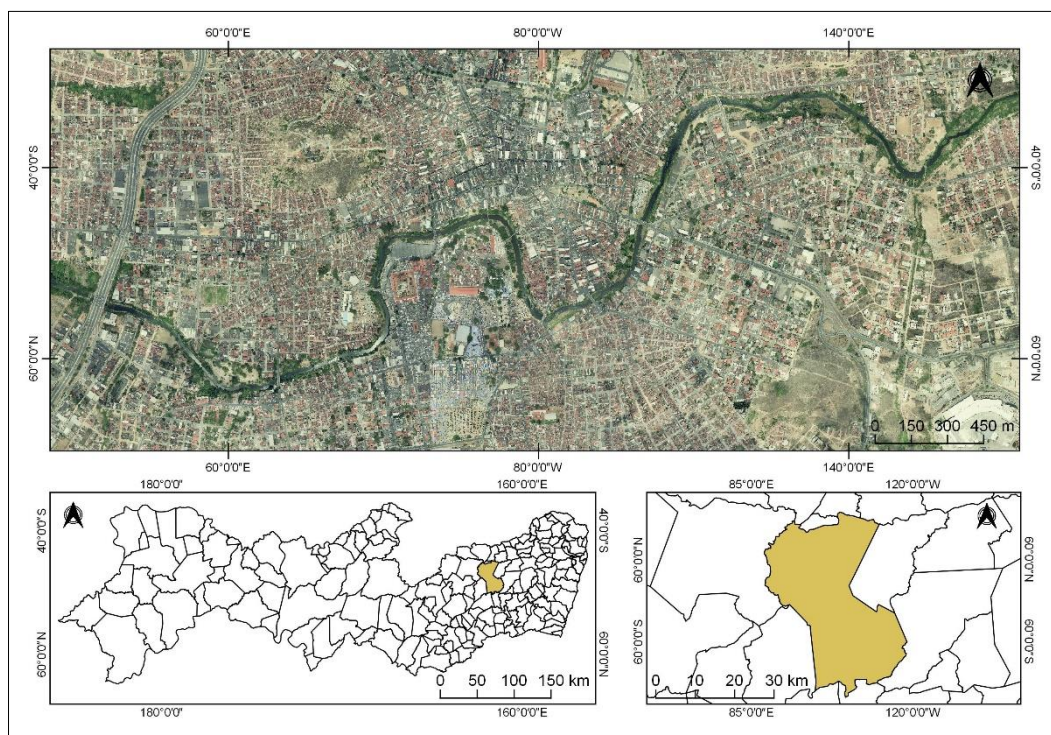


Figura 3 – Município de Caruaru.  
Fonte: PE 3D (2016).

Os dados oriundos da pesquisa foram coletados do Programa Pernambuco Tridimensional (PE3D). O PE3D, a partir de recobrimento aerofotogramétrico, disponibiliza de forma gratuita ortofotos numa escala 1:5.000 e 1:1.000, assim como fotoíndices e seus respectivos metadados. Além de Imagens de Intensidade Hipsométrica, Modelos Digitais de Elevação e de Terreno (MDTs e MDEs), para todo o território pernambucano. Diante disso, os dados espaciais necessários da pesquisa, advém do PE3D.

Com o objetivo de verificar se a região selecionada atendia os parâmetros estabelecidos pelo Código Florestal e pelo Plano Diretor do município, realizou-se a caracterização do solo nos arredores

do rio. Essa caracterização ocorreu ao longo de duas etapas, onde foram utilizados dois *softwares*, além de ortofotos da base de dados do PE3D. Na primeira das etapas, utilizou-se o *software QGIS* para delimitar o percurso do rio e todo o perímetro em sua volta. A definição do perímetro foi feita tomando 30 metros de afastamento da margem. Na segunda etapa, adotou-se o *software eCognition* (na versão gratuita) para realizar a caracterização desse território. A classificação realizada pelo programa baseou-se em cinco classes de terreno. São essas:

- Rio – Porção formada pelo rio Ipojuca e suas margens;
- Vegetação – Porção de terra ocupada por qualquer tipo de vegetação;
- Solo exposto – Porção de terra onde não há construções e não possui presença de vegetação;
- Área urbanizada – Porção formada por casas, comércios e qualquer outro tipo de construção;
- Vias de tráfego – Porção formada pelas vias de tráfego de pedestre ou veículos.

#### **4. RESULTADOS E DISCUSSÕES**

Apesar da classificação mostrar que rio, solo exposto e vegetação ocupam mais de 50% do terreno, tendo 22%, 19% e 38%, respectivamente, a área em estudo ainda possui muitas construções, que ocupam cerca de 17% da área. De acordo com o Código Florestal e Plano Diretor de Caruaru, a parcela selecionada é classificada como Área de Preservação Permanente (APP). Portanto, as construções nas proximidades dos rios ficam mais propensas a serem invadidas pelas águas das enchentes. A Figura 5 mostra exemplos de algumas construções que foram realizadas nas margens do rio Ipojuca.

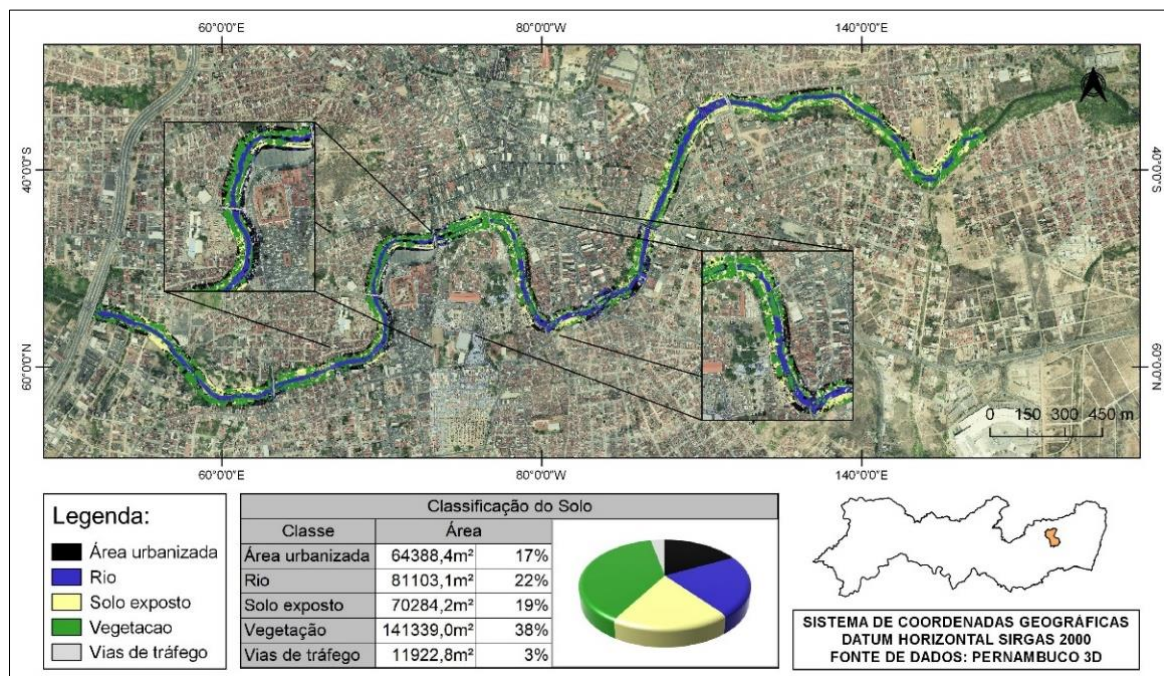


Figura 4 – Classificação territorial da área analisada.  
Fonte: Autores (2020).



Figura 5 – Fotos da área estudada – Construções edificadas as margens do Rio Ipojuca.  
Fonte: Autores (2020).

Na cidade de Caruaru, alguns ações foram implementadas para diminuir o impacto causado pela crescente urbanização, como ilustrado na Figura 6. A foto da esquerda é a Via Parque que foi inaugurada em 2019, localizada na Avenida Rui Barbosa, e a da direita são áreas verdes localizadas na principal via pública da cidade, Avenida Agamenon Magalhães.

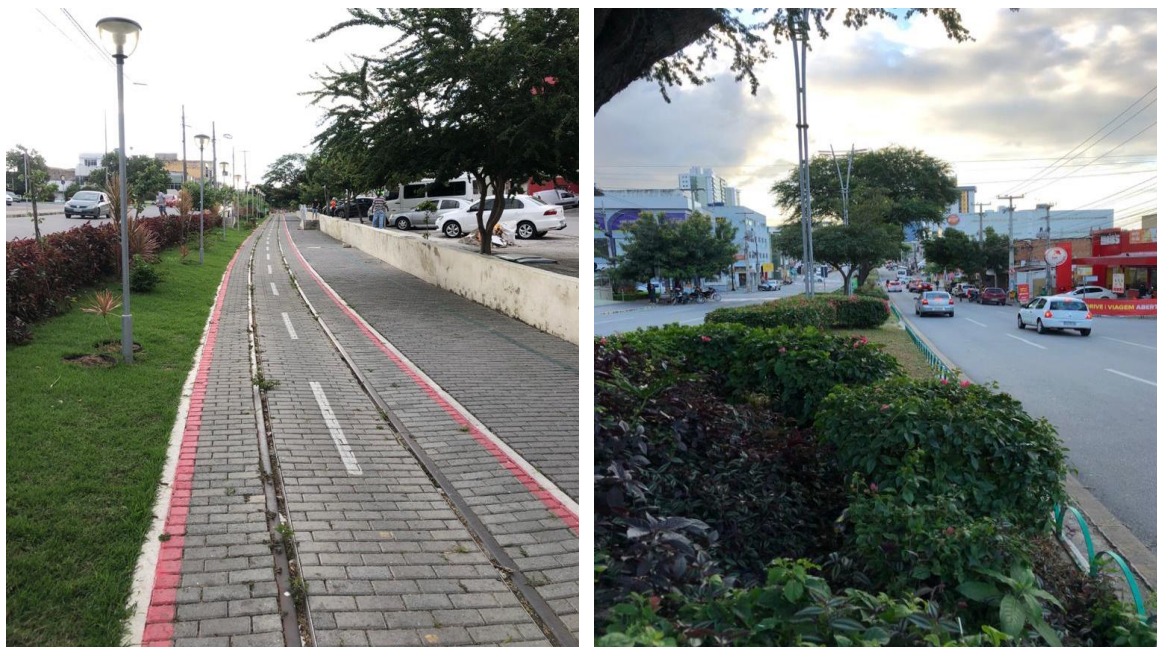


Figura 6 – Técnicas de drenagem urbana sustentável.  
Fonte: Autores (2020).

## 5. CONCLUSÃO

Conforme analisado na classificação territorial, existem diversas construções nas proximidades dos principais rios da cidade de Caruaru-PE, não sendo respeitados os limites da área de preservação permanente estabelecidos pela Código Florestal (Lei 12.651/12). Em contrapartida, constatou-se que o município vem implementado ações pontuais que melhoram o sistema de drenagem e a integração dessas com arquitetura urbana.

Espera-se que tanto os gestores municipais quanto a população cumpram com as Leis ambientais. E, a partir de práticas de educação ambiental a população seja conscientizada sobre os benefícios da aplicação de práticas sustentáveis no sistema de drenagem urbana e perigos existentes em relação às construções nas proximidades dos rios.



## REFERÊNCIAS

- BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Brasília, 2012. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm)>. Acesso em: 27 jun. de 2020.
- CARUARU. Lei Complementar nº 072, de 30 de dezembro de 2019. Caruaru, 2019. Disponível em: <<https://caruaru.pe.gov.br/lei-complementar-72-19/>>. Acesso em: 27 jun. de 2020.
- CHRISTOFIDIS, D.; ASSUMPCAO, R. D. S. F. V.; KLIGERMAN, D. C. (2020). “*A evolução histórica da drenagem urbana: da drenagem tradicional à sintonia com a natureza*”. Saúde debate.
- DIAS, G. F (1998). *Educação Ambiental: princípios e práticas*. 5<sup>o</sup> Ed. São Paulo.
- FIDELIS-MEDEIROS, F.; GRIGIO, A. M. (2019). Identificação das Unidades Homogêneas e Padrão da Ocupação Urbana (uhct) como subsidio ao ordenamento territorial em Mossoró, rn—Brasil. *EURE (Santiago)*, 45(135), 245-270.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas. (2020). Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)> acesso em: 27 de jun. de 2020.
- MIGUEZ, M. G., J. M. BAHIENSE, O. M. REZENDE, AND A. P. VERÓL. (2014). “*Sustainable Urban Drainage Approach, Focusing on LID Techniques, Applied to the Design of New Housing Subdivisions in the Context of a Growing City.*” International Journal of Sustainable Development and Planning.
- MUNFORD, L. (1961). *The city in history: its origins, its transformations, and its prospects*. Harcourt, Brace & World, New York.
- RONQUIM, J. (2014). “*Gestão da Drenagem Urbana em Palmas-PR: conflitos e alternativas.*” Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Urbana ). Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.
- SILVA, W. M. P.; FARIAS, M. O.; COSTA JÚNIOR, J. F. da. eCognition: Transform Data to Information. Versão 9.5.1. [S. l.], 2020. Disponível em: <<https://geospatial.trimble.com/ecognition-download>>. Acesso em: 1 jul. 2020.
- TUCCI, C. E. M. (2005). *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. Ministério das Cidades. Global Water Partnership. World Bank. Unesco.