



XVI SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE
15º SIMPÓSIO DE HIDRÁULICA E RECURSOS HÍDRICOS DOS PAÍSES
DE LÍNGUA PORTUGUESA

**INFRAESTRUTURAS VERDE-AZUIS COMO ALTERNATIVA OU
COMPLEMENTO VIÁVEL À INFRAESTRUTURA TRADICIONAL DE
DRENAGEM URBANA: ESTUDO DE CASO EM CARUARU-PE**

Gabriela Dienne Figueredo Duarte¹; José William de Melo Silva²; Larissa Maria da Silva Vieira dos Santos³; José Vitor Silva Aragão⁴; Gilson Lima da Silva⁴

RESUMO – As cidades são ecossistemas abertos e vulneráveis a eventos climáticos. Diante dos recentes episódios de alagamentos e enchentes no Brasil e no mundo, é consensual que o sistema convencional de drenagem urbana é obsoleto e deficiente. Isso justifica a relevância de políticas públicas que incentivem alternativas que possibilitem a integração de estratégias inovadoras de adequações, aplicando medidas corretivas e complementares aos sistemas de drenagem convencionais como as IVAs (Infraestruturas Verde-Azuis), por exemplo. Estudos de levantamento e/ou análise de arcabouço legal relacionado à IVAs ainda são incipientes no Brasil, por isso o objetivo deste estudo foi fazer um levantamento documental e análise do arcabouço legal do município de Caruaru – PE na plataforma online LeisMunicipais.com.br, que preveem a implantação de IVAs, como complemento viável à infraestrutura tradicional de drenagem urbana para prevenir ou reduzir os riscos de alagamentos e inundações. Identificou-se que não há menção direta ou uso das referidas IVAs no arcabouço legal do município. No entanto, foram localizados instrumentos legais de incentivo à preservação do ambiente natural, ampliação de arborização e implantação de drenagem urbana, que também desempenham a função de amortecimento do escoamento de águas pluviais, reduzindo os riscos de alagamentos.

ABSTRACT– Cities are open ecosystems vulnerable to climate events. In view of the recent episodes of flooding in Brazil and worldwide, it is consensual that the conventional urban drainage system is obsolete and deficient. This justifies the relevance of public policies that encourage alternatives that enable the integration of innovative strategies for adaptation, applying corrective and complementary measures to conventional drainage systems such as BGIs (Blue-Green Infrastructure). There is a lack of Survey and/or analysis of the legal framework related to BGIs in Brazil, so the objective of this study was to make a documentary survey and analysis of the legal framework of the municipality of Caruaru - PE in the online platform LeisMunicipais.com.br, related to the implementation of BGIs, as a viable complement to traditional urban drainage infrastructure to prevent or reduce the risk of flooding. It was found that there is no direct mention of these BGIs in the municipality's legal framework. However, were found legal instruments that encourages the preservation of the natural environment, the expansion of afforestation, and the implementation of urban drainage, which also play the role of absorbing rainwater flow, reducing the risk of flooding.

¹ Fundação Alexander von Humboldt: Jean-Paul-Straße. 12, 53173 Bonn

² Graduação em Engenharia Civil: UFPE-CAA, Av. Marielle Franco, s/n, Nova Caruaru, Caruaru, PE. (81) 2103-9156

³ Graduação em Engenharia de Produção: UFPE-CAA, Av. Marielle Franco, s/n, Nova Caruaru, Caruaru, PE. 2103-9156

⁴ PPGECAM: UFPE-CAA, Av. Marielle Franco, s/n, Nova Caruaru, Caruaru, PE. (81) 2103-9198.

Palavras-Chave – Infraestruturas verde-azul; Instrumentos legais; *green-blue*.

INTRODUÇÃO

Desde o início dos grandes centros urbanos, os sistemas de drenagem desempenham um papel fundamental na construção da infraestrutura das cidades. Entretanto, no processo de planejamento urbano é consenso que o sistema de drenagem urbana higienista convencional está obsoleto e sozinho apresenta baixo índice de eficiência. Essas deficiências do sistema de drenagem associado aos eventos de mudanças climáticas vêm provocando alagamentos e inundações em diversas cidades do Brasil e do mundo (BENINI & ROSIN, 2018).

Existe uma linha de pensamento lógico seguido pelas cidades que é dividido em quatro grandes sistemas: (1) a infraestrutura azul, que corresponde aos canais, rios, lagos, lagoas e outros recursos hídricos; (2) a infraestrutura verde, com parques e áreas naturais; (3) a infraestrutura cinza, que corresponde às rodovias, linhas de tráfego e áreas de estacionamento; e (4) a infraestrutura vermelha, composta pelas edificações (GUIMARÃES ET AL, 2018).

A ampliação de áreas verdes, aumenta gradativamente o “efeito esponja” nas cidades, ou seja, proporciona uma melhor absorção do escoamento superficial das águas de chuva. Esse “efeito esponja” contribui para diminuição no índice de danos, como alagamentos, inundações e enchentes (GUIMARÃES ET AL, 2018).

Segundo o estudo de Monteiro et al. 2020, o planejamento de infraestruturas verdes vem crescendo ao redor do mundo, desde a década de 1990, devido a seus múltiplos benefícios, que incluem adaptação às mudanças climáticas, mitigação de riscos, coesão social, melhoria do bem-estar humano e regeneração urbana. No entanto, devido à ambiguidade do termo, ainda não há um processo uniforme de desenvolvimento de infraestrutura verde. Além disso, alguns dos procedimentos de planejamento existentes são muito complexos e difíceis de colocar em prática, e alguns formuladores de políticas públicas podem não considerar a infraestrutura verde viável como uma ferramenta de planejamento.

O estudo aponta que as diferentes prioridades nas agendas eleitorais com relação ao planejamento de infraestrutura verde, podem ser influenciadas por diferentes localizações geográficas e dinâmicas culturais. Na Europa, por exemplo, já existe um arcabouço legal mais sedimentado e amplo sobre a implementação de IVA (Infraestruturas Verde-Azuis). O Acordo Verde Europeu oferece uma nova oportunidade para reforçar os investimentos nas IVA. Sua ambição geral delinea claramente que todas as políticas da União Europeia devem contribuir para preservar e restaurar o capital natural da Europa. Um elemento importante deste roteiro é garantir a transição para uma

sociedade justa e próspera, melhorando a qualidade de vida atual e futura gerações, e incluirá propostas para cidades europeias aumentarem sua biodiversidade. (WOLF ET AL, 2021)

Enquanto isso no Brasil, o estudo de Santos et al 2020, que apresenta um panorama nacional das principais tendências de pesquisa no campo da Infraestrutura Verde urbana, demonstra que a maior parte dos trabalhos encontrados pode ser classificada como estudos de caso, sendo estes tanto soluções projetuais para diferentes locais e escalas de intervenção, quanto análises de obras já existentes. Estudos de levantamento e/ou análise de arcabouço legal relacionado à IVAs ainda são incipientes no Brasil.

Desta forma, o objetivo deste estudo é levantar os instrumentos legais municipais de Caruaru – PE, que preveem a implantação de Infraestruturas Verde-Azuis (IVA), como complemento viável à infraestrutura tradicional de drenagem urbana para prevenir ou reduzir os riscos de alagamentos e inundações.

METODOLOGIA

Identificação e definição do objeto de estudo

Na primeira etapa foi identificado e definido o objeto de estudo utilizando como critério, temáticas relacionadas às matérias de Inovação e Capacitação na Gestão dos Recursos Hídricos. Para garantir que a pesquisa fosse original e apropriada, foi realizada uma primeira pesquisa sobre o que tem sido publicado dentro deste tema e identificou-se que não há publicações sobre levantamento documental do arcabouço legal do município de Caruaru - PE, que prevê, obriga ou incentiva a instalação de infraestruturas verde-azuis visando a prevenção ou redução de riscos de alagamentos e inundações.

Revisão bibliográfica

A segunda etapa foi a revisão bibliográfica de artigos e outros materiais científicos publicados nos últimos 5 anos para busca dos conceitos, vantagens e desvantagens das infraestruturas verde-azuis como auxílio na redução de riscos de inundação. A amostra, extraída da base de dados da plataforma Web of Science, Scopus e Google Acadêmico, incluiu trabalhos publicados entre 2017 e 2022.

Levantamento documental

A terceira etapa foi o levantamento documental para identificação do arcabouço legal do município de Caruaru-PE relacionado ao tema acima descrito. Para isso foi feita uma pesquisa na

plataforma online LeisMunicipais.com.br, que reúne um arsenal de leis municipais do território nacional. Na pesquisa foram utilizadas as palavras-chave “drenagem urbana”, “infraestrutura verde-azul”, “águas pluviais”, “áreas verdes” para o município de Caruaru-PE.

Análise

A quarta e última etapa foi a análise do arcabouço legal encontrado quanto ao seu potencial de contribuição para a redução de riscos de inundação no município. O foco da análise foi identificar quais as medidas previstas em lei, que obrigam ou incentivam o uso de IVA (Infraestruturas Verde-Azuis) como complemento à drenagem urbana.

RESULTADOS

Caracterização Geoambiental do Município de Caruaru - PE

O município de Caruaru – PE está localizado na mesorregião do Agreste Pernambucano, denominada de Região de Desenvolvimento Agreste Central, é um dos municípios contemplados pela bacia hidrográfica do Ipojuca, o 2º maior da microrregião do Vale do Ipojuca (Figura 1) (CONDEPE/FIDEM, 2011). Segundo o IBGE (2021), possui uma população de 369.343 habitantes, sua área territorial é de 920,610 km², e está localizado na região do Planalto da Borborema, com altitude média de 554 metros acima do nível do mar e a 140 km de Recife, capital Pernambucana. A temperatura média do município varia entre 20,4° C a 23,8° C durante o ano, com uma diferença de precipitação de 45 mm entre o mês mais seco (novembro 19mm) e o mês mais chuvoso (março 64mm) e uma umidade média de 75% (CLIMATE DATA, 2022).

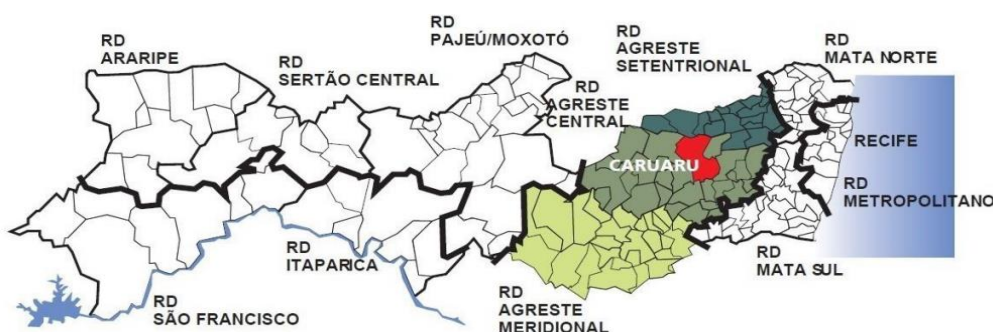


Figura 1 - Localização do município de Caruaru, na Região de Desenvolvimento Agreste Central (CONDEPE/FIDEM 2011).

Levantamento dos Instrumentos legais

Foi realizado o levantamento e análise do arcabouço legal a fim de identificar mecanismos que preveem, obrigam ou incentivam a instalação de Infraestruturas Verde e Azuis (IVA), e

identificou-se que não há menção direta ou uso das referidas IVA com objetivo de redução dos riscos de alagamentos ou inundações. No entanto, foram localizados instrumentos legais de incentivo à preservação do ambiente natural, da mata ciliar, vegetação nativa, ampliação de arborização e implantação de drenagem urbana, que também desempenham a função de amortecimento do escoamento de águas pluviais, reduzindo os riscos de alagamentos. Dentre as legislações selecionadas para o estudo, as que mais se destacaram foram descritas.

Programa de incentivo fiscal denominado IPTU Verde, estabelecido pela Lei Complementar nº 062/2018

Com o objetivo de estimular a adoção de medidas que protejam o meio ambiente e estimulem o desenvolvimento sustentável, o IPTU Verde é facultativo e aplicável aos novos empreendimentos no âmbito do município de Caruaru/PE. O referido programa promove o benefício de redução do Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU aos proprietários de imóveis novos que adotarem as medidas previstas em Lei, desde que atinjam a pontuação necessária para se enquadrar em uma das três faixas de desconto previstas.

Foram identificadas que algumas das medidas previstas pelo programa estão relacionadas às IVA, são elas:

- Dentro do tema Gestão Sustentável da Água, constam o incentivo à captação e aproveitamento de águas pluviais, bem como sistema de reuso de águas cinzas.
- Dentro do tema Projeto Sustentável, constam o incentivo ao plantio e manutenção de vegetação nativa na calçada, ampliação da área permeável (com vegetação) 10% acima do exigido pela legislação e implantação de telhado verde com espécies nativas.

Plano Diretor de desenvolvimento territorial sustentável do município de Caruaru-PE, estabelecido pela Lei Complementar nº 072/2019

Dentre os quinze objetivos da política urbana e ambiental do município de Caruaru, se relacionam com o tema do presente estudo, a proteção e conservação do ambiente natural, a promoção do adensamento construtivo sustentável e do reordenamento do ambiente urbano compatibilizando a ocupação das atividades humanas com a valorização da qualidade ambiental. Para isso, define:

- Três zonas de proteção ambiental - ZPA's, com o objetivo de proteger e conservar os elementos naturais. A ZPA - 1 corresponde às áreas de preservação permanente (APP), destinadas aos usos exclusivos de proteção de recursos hídricos e recuperação e preservação

da vegetação nativa. A ZPA - 2 corresponde às áreas localizadas em cotas de altitude superiores a 650 metros na bacia do Rio Ipojuca, e de altitudes superiores a 550 metros na bacia do Rio Capibaribe. A ZPA - 3 corresponde às Unidades de Conservação já existentes e, também, as a serem criadas.

- O Setor de Sustentabilidade Ambiental - SSA, que corresponde às áreas conformadas por quadras parcialmente edificadas no entorno dos rios, canais, lagos, lagoas e açudes urbanos, com obrigatoriedade de preservar 15 metros de faixa *non aedificandi*, apenas após aprovação do órgão de gestão ambiental, devendo ainda elaborar e executar projeto de compensação vegetal para resgate do passivo histórico da ocupação regular.
- Setor de proteção de área verde - SPAV que corresponde às faixas de terreno que possuem cobertura vegetal significativa para amenização do clima e qualidade paisagística da cidade. Neste setor deve ser preservada 80% das áreas verdes e de solo natural de imóveis isolados ou em conjunto.

Lei Complementar Nº 82, De 23 De Junho De 2021 - Reestrutura O Código De Obras Do Município De Caruaru E Dá Outras Providências

Admite o reuso de águas pluviais e de águas servidas nas edificações e determina que quando não utilizadas para complementação da permeabilidade, deverão ser utilizadas para descargas em vasos sanitários, irrigação de jardins, limpeza de pisos e pavimentos além de espelhos d'água. Torna infração grave a obstrução do escoamento de águas pluviais.

Lei Complementar Nº 73, De 22 De Janeiro De 2020 - Estabelece O Regulamento Dos Loteamentos Fechados, Dos Condomínios Horizontais De Lotes No Perímetro Urbano Do Município De Caruaru E Dá Outras Providências

Obriga a implantação de áreas verdes correspondentes a um mínimo de 10% da área total do empreendimento. A preservação das áreas de reserva legal sem inseri-las no percentual de áreas verdes e solicita apresentação de projeto de drenagem.

Lei Complementar Nº 72, De 30 De Dezembro De 2019 - Institui O Plano Diretor Do Município De Caruaru E Dá Outras Providências

É o instrumento básico da política municipal de desenvolvimento territorial sustentável para todo o território do município compreendendo áreas urbanas e rurais.

Lei Nº 6.055, De 19 De Junho De 2018 - Reestrutura o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente – CONDEMA

O CONDEMA é um órgão colegiado, de composição paritária entre representantes do Poder Público e da Sociedade Civil, de natureza consultiva e deliberativa, vinculado à estrutura organizacional da Secretaria Municipal responsável pela gestão ambiental, controle social às ações e políticas de promoção do Meio Ambiente de Caruaru.

Lei Complementar Nº 62, De 27 De Dezembro De 2018. - Institui O Programa De Incentivo Denominado IPTU Verde No Município De Caruaru E Dá Outras Providências

Institui incentivo fiscal na forma de redução de Imposto sobre a Propriedade Predial e Territorial Urbana - IPTU aos proprietários de imóveis novos que adotarem as medidas que protejam o meio ambiente e estimulem o desenvolvimento sustentável previstas na Lei.

Lei Nº 4053 De 24 abril De 2001 - Dispõe Sobre A Política Ambiental, Consciência Ecológica Da População E Dá Outras Providências

Essa lei institui o "Programa Caruaru Verde" visando estimular a participação efetiva das comunidades através de Associações, Clubes e Serviços, Lojas Maçônicas e Entidades Classistas, no plantio de novas árvores nas calçadas e jardins de prédios em construção, bem como a preservação da arborização já existente.

Observou-se que não há uma abordagem diretamente relacionada às IVA's, no entanto o incentivo e obrigatoriedade da implantação de infraestruturas de drenagem urbana, preservação e ampliação de áreas verdes escalonou nos últimos 5 anos.

CONCLUSÃO

O presente estudo constatou uma lacuna de políticas públicas voltadas para a regulamentação da infraestrutura verde-azul no município de Caruaru. Porém, observou-se uma tendência quanto a preservação e implantação de áreas verdes que refletem numa tentativa de redução do número de inundações e alagamentos na cidade, dado que o município é permeado pelo leito do Rio Ipojuca e já tem histórico de cheias e alagamentos. A multifuncionalidade da infraestrutura verde e azul deveria ser considerada no planejamento urbano das cidades brasileiras como parte integrante das políticas públicas e regulamentações urbanas. Agregar a uma estrutura funcional e valores ambientais, como áreas naturais e ajardinadas, e valores sociais, como parques e quadras, é também uma solução mais econômica para as cidades. Isso é resolver problemas de forma sustentável através do desenho urbano.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Grupo de Gestão Ambiental Avançada (GAMA), a Universidade Federal de Pernambuco e a Fundação Alexander Von Humboldt ao apoio e incentivo para o desenvolvimento da pesquisa.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA ESTADUAL DE PLANEJAMENTO E PESQUISAS DE PERNAMBUCO - CONDEPE/FIDEM. (2011). *Bacias Hidrográficas de Pernambuco: estudo regional de ações estruturadoras na unidade de planejamento hídrico do rio Ipojuca*. Coordenação de Andrezza Monteiro e Ruskin Marinho de Freitas. Recife, pp. 60.

ASHLEY, R., GERSONIUS, B., & HORTON, B. (2020). *Managing flooding: from a problem to an opportunity*. Philosophical Transactions of the Royal Society A, 378(2168), pp. 20190214.

BENINI, S. M., & ROSIN, J. A. R. DE G. (2018). *Infraestrutura verde aplicada à drenagem urbana*. Anais do XVII Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído. Porto Alegre: ANTAC, 2018. pp.3806–3815.

CLIMATE DATA. *Temperaturas e precipitações médias//Clima Caruaru - PE*. Disponível em: <https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/pernambuco/caruaru-34674/#temperature-graph>. Acessado em julho de 2022.

DE ALENCAR, J., RIZZI, D., PEREIRA, L., VASCONCELOS, I. G. D., PEDUTO, T. G., TRINDADE, L. M., ... & MADUREIRA, R. G. (2019). *Blue and green infrastructure proposal for an urban watershed in São Paulo to peak flow reduction*. Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental, 23, pp.12.

DE LIMA BEZERRA, M. D. C., DA NÓBREGA OLIVEIRA, A., COSTA, M. E. L., & KOIDE, S. (2020). *Simulação de técnicas de infraestrutura verde de drenagem urbana para captação do escoamento superficial*. Revista Tecnologia e Sociedade, 16(40), pp. 1-16.

DE LIMA, M. A., & RIBAS, A. G. (2021). *Corredores Azuis E Verdes: Estratégias Para Cidades Sustentáveis*. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, 10, pp. 41-52.

GOMES, M.V. R.; VERÓL, A.P. (2020). *Paisagens multifuncionais: o papel das infraestruturas verdes e azuis na recuperação de rios urbanos*. Anais do XVII Encontro Nacional De Tecnologia No Ambiente Construído. Porto Alegre: ANTAC, 2020.pp 1-8.

GUIMARÃES, L. F.; OLIVEIRA, A. K. B. de; VERÍSSIMO, L. de F.; MERLO, M. L.; VÉROL, A. P. (2018). *O uso de infraestruturas verde e azul na revitalização urbana e na melhoria do manejo das águas pluviais: o caso da sub-bacia do Rio Comprido*. Paisagem e Ambiente. n. 42, pp. 75-95

IBGE, *Cidades*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/caruaru/panorama>. Acessado em junho de 2022.

LAMMERS, R. W., & DAY, C. (2018). *Urban river restoration: bringing nature back to cities*. Institute for the Built Environment, Colorado State University: Fort Collins, CO, USA.

MAGALHÃES, M. D. V. D., & Neri, T. B. (2018). *Implantação de infraestrutura verde urbana como solução para alagamentos frequentes nas cidades*. Anais Do 8º Congresso Luso-Brasileiro Para O Planeamento Urbano, Regional, Integrado E Sustentável. Coimbra – Portugal. 2018.

MONTEIRO, R; FERREIRA, J. C.; ANTUNES, P. (2020). *Green Infrastructure Planning Principles: An Integrated Literature Review*. Land v9, n.12, pp. 525.

SANTOS, M.F; ENOKIBARA, M; FONTES, M. (2020). *Tendências de estudos em Infraestrutura Verde no Brasil*. Anais I Simpósio Brasileiro de Cidade, Paisagem e a Natureza. 2020.

SILVA, B. DE MELO (2019). *Modelagem Hidrológica e Hidrodinâmica Para Avaliação de Inundações Na Zona Urbana De Caruaru-PE*. Org. por Prof. Dr. José Almir Cirilo. UFPE. 109 P.

SILVEIRA, A.L.L da. (2018). *Trama verde-azul e drenagem urbana sustentável*. Planejamento e gestão territorial: a sustentabilidade dos ecossistemas urbanos [recurso eletrônico]. Criciúma, SC: EDIUNESC, cap. 3, pp. 69-91,

VIANA, V. J.; JOHNSON, R. M. F. (2017). *Redução de riscos de desastres associados a inundações: nova abordagem nas políticas brasileiras*. Semioses, V.11, n.3, pp.19-32.

WOLF, S., TEITGE, J., MIELKE, J., SCHÜTZE, F., & JAEGER, C. (2021). *The European Green Deal—more than climate neutrality*. Intereconomics, 56(2), pp. 99-107.