

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Luis Miguel Schiebelbein
(Organizador)

Luis Miguel Schiebelbein
(Organizador)

Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Atena Editora
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Geraldo Alves e Natália Sandrini

Revisão: Os autores

Conselho Editorial

- Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Profª Drª Deusilene Souza Vieira Dall’Acqua – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Profª Drª Juliane Sant’Ana Bento – Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)

G393 Gestão de recursos hídricos e sustentabilidade / Organizador Luis Miguel Schiebelbein. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.
– (Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade; v.1)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-024-7

DOI 10.22533/at.ed.247190901

1. Desenvolvimento de recursos hídricos. 2. Política ambiental – Brasil. 3. Sustentabilidade. I. Schiebelbein, Luis Miguel. II. Título. III. Série.

CDD 343.81

Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2018

Permitido o download da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

www.atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade” aborda uma série de artigos e resultados de pesquisa, em seu Volume I, contemplando em seus 21 capítulos, os novos conhecimentos científicos e tecnológicos para as áreas em questão.

Estrategicamente agrupados na grande área temática de GESTÃO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, ne nas seções de Meteorologia, Modelagem, Conceitos Aplicados & Estudos de Caso, traz à tona informações de extrema relevância para a área dos Recursos Hídricos, assim como da Sustentabilidade.

Os capítulos buscam de maneira complementar, abordar as diferentes áreas além de concentrar informações envolvendo não só os resultados aplicados, mas também as metodologias propostas para cada tipo de estudo realizado.

Pela grande diversidade de locais e instituições envolvidas, na realização das pesquisas ora publicadas, apresenta uma grande abrangência de condições e permite, dessa forma, que se conheça um pouco mais do que se tem de mais recente nas diferentes áreas de abordagem.

A todos os pesquisadores envolvidos, autores dos capítulos inclusos neste Volume I, e, pela qualidade e relevância de suas pesquisas e de seus resultados, os agradecimentos do Organizador e da Atena Editora.

Ressalta-se ainda e indica-se a consulta ao Volume II, o qual aborda as grandes áreas temáticas de QUALIDADE DA ÁGUA, RECURSOS HÍDRICOS NO ABASTECIMENTO, UTILIZAÇÃO AGRÍCOLA DOS RECURSOS HÍDRICOS & SUSTENTABILIDADE.

Complementarmente, espera-se que esta obra possa ser de grande valia para aqueles que buscam ampliar seus conhecimentos nessa magnífica área da Gestão de Recursos Hídricos, associada à Sustentabilidade. Que este seja não só um material de apoio, mas um material base para o estímulo a novas pesquisas e a conquista de resultados inovadores.

Luis Miguel Schiebelbein

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A FLORESTA E A DINÂMICA HIDROLÓGICA DE NASCENTES	
Jéssica Fernandez Metedieri	
Mariana Santos Leal	
Kelly Cristina Tonello	
DOI 10.22533/at.ed.2471909011	
CAPÍTULO 2	17
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL: CONCEITOS E CASOS DE ESTUDO	
Aline Pires Veról	
Bruna Peres Battemarco	
Matheus Martins de Sousa	
Marcelo Gomes Miguez	
DOI 10.22533/at.ed.2471909012	
CAPÍTULO 3	34
ANÁLISE DA VARIABILIDADE TEMPORAL DE BASE NA PROPAGAÇÃO DA ONDA DIFUSA EM UM RIO	
Maria Patricia Sales Castro	
Patrícia Freire Chagas	
Karyna Oliveira Chaves de Lucena	
Raimundo Oliveira de Souza	
DOI 10.22533/at.ed.2471909013	
CAPÍTULO 4	43
PLANO DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL PARA OS ASSENTAMENTOS DOS MUNICÍPIOS DE DELMIRO GOUVEIA E ÁGUA BRANCA NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO CANAL DO SERTÃO ALAGOANO	
Eduardo Jorge de Oliveira Motta	
DOI 10.22533/at.ed.2471909014	
CAPÍTULO 5	53
ZONEAMENTO DE ÁREAS DE RESTRIÇÃO E CONTROLE RELEVANTES PARA A CONSERVAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS: UMA PROPOSTA METODOLÓGICA APLICADA À BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO VELOSO (SUB-BACIA DO RIO PARAPEBA), MINAS GERAIS, BRASIL	
Joselaine Aparecida Ribeiro	
Thiago Vieira da Silva Matos	
Antônio Pereira Magalhães Júnior	
DOI 10.22533/at.ed.2471909015	
CAPÍTULO 6	65
PROJETO DA PAISAGEM NOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA - CASO DA BACIA DO RIO JOANA	
Isadora Tebaldi	
Ianic Bigate Lourenço	
Aline Pires Veról	
Marcelo Gomes Miguez	
DOI 10.22533/at.ed.2471909016	

CAPÍTULO 7	82
GESTÃO DA DRENAGEM URBANA EM MUNICÍPIOS DE PEQUENO PORTE: ESTUDO DE CASO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ AÇU	
Fabiane Andressa Tasca Roberto Fabris Goerl Jakcemara Caprário Aline Schuck Rech Alexandra Rodrigues Finotti	
DOI 10.22533/at.ed.2471909017	
CAPÍTULO 8	92
ANÁLISE AMBIENTAL DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO ESPAÇO URBANO DE CAMPO GRANDE/MS	
Eva Faustino da Fonseca de Moura Barbosa	
DOI 10.22533/at.ed.2471909018	
CAPÍTULO 9	108
APLICAÇÃO DO MÉTODO SIMPLIFICADO A BARRAGENS DO ESTADO DE MINAS GERAIS	
Carlos Eugenio Pereira Maria Teresa Viseu Marcio Ricardo Salla Kevin Reiny Rocha Mota	
DOI 10.22533/at.ed.2471909019	
CAPÍTULO 10	117
INFLUÊNCIA PLUVIOMÉTRICA NA SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS NO MUNICÍPIO DE IPOJUCA - PE	
Fernanda Soares de Miranda Torres Enjôlras de Albuquerque Medeiros Lima Margarida Regueira da Costa Alexandre Luiz Souza Borba Pedro Augusto dos Santos Pfaltzgraff Roberto Quental Coutinho	
DOI 10.22533/at.ed.24719090110	
CAPÍTULO 11	125
CARACTERIZAÇÃO ESTRUTURAL DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS DOS AQUÍFEROS JUROCRETÁCEOS DO OESTE DO RIO GRANDE DO SUL	
Guilherme Vargas Teixeira Antonio Pedro Viero Romelito Regginato	
DOI 10.22533/at.ed.24719090111	
CAPÍTULO 12	134
AVALIAÇÃO DA EFETIVIDADE DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS NO ESTADO DO TOCANTINS	
Fernán Enrique Vergara Viviane Basso Chiesa Cecília Amélia Miranda Costa	
DOI 10.22533/at.ed.24719090112	

CAPÍTULO 13 143

ATENUAÇÃO DE ONDAS EM MARGENS DE RESERVATÓRIOS DE BARRAGENS PELA PRESENÇA DE VEGETAÇÃO NO FUNDO – ANÁLISE NUMÉRICA ATRAVÉS DO MODELO SWAN-VEG

Adriana Silveira Vieira
Germano de Oliveira Mattosinho
Geraldo de Freitas Maciel

DOI 10.22533/at.ed.24719090113

CAPÍTULO 14 153

MODELO DE FRAGILIDADES AMBIENTAIS COMO INSTRUMENTO DE TOMADA DE DECISÃO PARA CONTROLE DE CHEIAS NA ÁREA URBANA DE ITAQUI-RS

Francisco Lorenzini Neto
Marcelo Jorge de Oliveira
Nájila Souza da Rocha
Raul Todeschini
Rafael Cabral Cruz

DOI 10.22533/at.ed.24719090114

CAPÍTULO 15 163

PREVISÃO DE VAZÃO DE CHEIA EM UM TRECHO DA BACIA DO RIO POTENGI

Patrícia Freire Chagas
Maria Patricia Sales Castro
Fernando José Araújo da Silva
Mário Ângelo Nunes de Azevedo Filho
Raimundo Oliveira de Souza

DOI 10.22533/at.ed.24719090115

CAPÍTULO 16 173

SENSIBILIDADE DOS PARÂMETROS HIDROSEDIMENTOLÓGICOS DO MODELO SWAT EM UMA BACIA NA AMAZÔNIA OCIDENTAL: BACIA DO RIO MACHADINHO/RO

Vinicius Alexandre Sikora de Souza
Marcos Leandro Alves Nunes
Otto Corrêa Rotunno Filho
Claudia Daza Andrade
Vitor Paiva Alcoforado Rebello

DOI 10.22533/at.ed.24719090116

CAPÍTULO 17 183

ABASTECIMENTO HUMANO DE ÁGUA EM COMUNIDADES RURAIS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CEARÁ MIRIM RN

Vera Lucia Rodrigues Cirilo
João Abner Guimarães Junior
Lara Luana Cirilo Silva
Priscila Gosson Cavalcanti

DOI 10.22533/at.ed.24719090117

CAPÍTULO 18	191
ELABORAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE TUCURUÍ- PARÁ	
Alcione Batista da Silva	
Laysse Alves Ferreira	
Lucas Rodrigues do Nascimento	
Andressa Magalhães Gonçalves	
Rafael Oliveira da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.24719090118	
CAPÍTULO 19	200
ANÁLISE DO IMPACTO DO USO DE DADOS DIÁRIOS OU MÉDIAS CLIMATOLÓGICAS NA SIMULAÇÃO HIDROLÓGICA COM O MODELO MGB-IPH	
Bibiana Rodrigues Colossi	
Daniela Santini Adamatti	
Fernando Mainardi Fan	
Paulo Rógenes Monteiro Pontes	
DOI 10.22533/at.ed.24719090119	
CAPÍTULO 20	211
MÉTODOS NUMÉRICOS E INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL APLICADOS À DETECÇÃO DE ANOMALIAS EM DADOS HIDROLÓGICOS	
Alana Renata Ribeiro	
Mariana Kleina	
DOI 10.22533/at.ed.24719090120	
CAPÍTULO 21	220
CONCEPÇÃO SISTÊMICA PARA SOLUÇÕES DE CONTROLE DE CHEIAS URBANAS EM VILA VELHA, ES	
Paulo Canedo de Magalhães	
Matheus Martins de Sousa	
Antonio Krishnamurti Beleño de Oliveira	
Osvaldo Moura Rezende	
Victor Augusto Almeida Fernandes de Souza	
Marcelo Gomes Miguez	
DOI 10.22533/at.ed.24719090121	
SOBRE O ORGANIZADOR	236

PROJETO DA PAISAGEM NOS SISTEMAS DE DRENAGEM URBANA - CASO DA BACIA DO RIO JOANA

Isadora Tebaldi

Universidade Federal do Rio de Janeiro, FAU
Rio de Janeiro - RJ

Ianic Bigate Lourenço

Universidade Federal do Rio de Janeiro, PEC/
COPPE
Rio de Janeiro - RJ

Aline Pires Veról

Universidade Federal do Rio de Janeiro, FAU
Rio de Janeiro – RJ

Marcelo Gomes Miguez

Universidade Federal do Rio de Janeiro, PEC/
COPPE
Rio de Janeiro – RJ

RESUMO: Este trabalho apresenta soluções de drenagem articuladas com funções urbanas e ambientalmente sustentáveis para o manejo de águas pluviais, visando reduzir o impacto do desenvolvimento urbano sobre o ciclo hidrológico, reduzindo inundações. O processo de urbanização das cidades não foi acompanhado por medidas de preservação do ambiente natural, sendo os rios, um dos elementos naturais que mais sofreram e ainda sofrem com o crescimento das cidades. A supressão da vegetação marginal e impermeabilização do solo são efeitos comuns do processo de urbanização. Com isso, as inundações se agravam e tonaram-se parte

consequências associadas ao crescimento desordenado das grandes cidades, fazendo surgir a necessidade da busca por novas soluções urbanas e ambientais, visando a reestruturação da bacia hidrográfica e a das cidades, de forma integrada. Nesse contexto, a concepção de espaços multifuncionais torna-se uma opção de grande potencial, transformando a escassez de espaços livres em possibilidades de superação das carências urbanas, tanto vinculados a infraestrutura e aspectos de drenagem urbana, quanto a espaços de lazer e recreação para população. Além disso, estes espaços multifuncionais, quando associados ao uso de áreas marginais aos rios, adquirem a função de promover uma melhor condição dos aspectos ambientais dos rios urbanos nas cidades.

PALAVRAS-CHAVE: manejo sustentável de águas pluviais, paisagens multifuncionais.

ABSTRACT: This study presents drainage solutions integrated with urban and environmental functions, in a sustainable way, focusing on the stormwater management, in order to reduce the impact of urban development on the water cycle and reduce floods. The urbanization process, in general, is not accompanied by preservation measures respecting the natural environment constraints, and the rivers are one of the natural elements that have suffered most and still suffer

from city growth. The suppression of marginal vegetation and the high imperviousness rates are common effects related to urban development. Consequently, the floods tend to be worsened and become part of the serious consequences associated with the uncontrolled growth of large cities, leading to the search for new urban and environmental solutions that aim at restructuring the watershed and the city itself. Therefore, the concept of multifunctional spaces assumes a key position, transforming the lack of open spaces in the possibility of overcoming possibilities the urban needs. These spaces can be linked to urban drainage needs, providing storage volumes, as well as to leisure and recreation purposes. In addition, these multifunctional spaces, when placed in riverine areas, can promote a better condition for the environmental of urban rivers.

KEYWORDS: sustainable stormwater management, multifunctional landscapes.

1 | INTRODUÇÃO

Os processos de urbanização, na prática, principalmente no Brasil, tendem a não considerar os valores ambientais, culturais e sociais das cidades no processo de planejamento e projeto da paisagem urbana. De fato, a própria prática do planejamento é pouco valorizada e, muitas vezes, os planos não são implantados como previstos. Hoje, as aglomerações urbanas são reconhecidas mais por seus conflitos e problemas do que por seus potenciais. É muito frequente a deficiência de infraestrutura, que não acompanha no mesmo ritmo o crescimento urbano, muitas vezes espontâneo. As inundações urbanas são exemplo dessa situação, onde o uso do solo da bacia hidrográfica modifica os padrões naturais, muitas vezes de forma excessiva e, eventualmente, sem controle, ultrapassando a capacidade de suporte desse sistema e introduzindo um vetor de degradação ambiental, que se reflete também sobre a qualidade de vida urbana. As inundações urbanas são reconhecidos atualmente como um dos principais problemas enfrentados pelas cidades, afetando milhões de pessoas e sendo responsáveis por grandes perdas econômicas ao redor de todo o globo. De forma geral, as inundações são o perigo natural mais difundido espacialmente, representando uma grande ameaça para as cidades (Ashley et al., 2007; Dewan, 2013).

Neste contexto, o objeto deste estudo foca no problema das inundações urbanas e analisa o papel das inundações como veículo de degradação do ambiente urbano, bem como busca a articulação de soluções projetuais mais sustentáveis, integrando recuperação urbana e ambiental. Para Rogers (2001), as cidades reúnem e potencializam a energia física, intelectual e criativa; porém, elas são prejudiciais ao meio ambiente, a ponto de representar uma ameaça à sobrevivência humana. Em suma, segundo este autor, o futuro da civilização deverá ser determinado pelas cidades e dentro das cidades. Nessa interpretação, percebe-se o quanto é importante repensar as cidades e encontrar caminhos de articulação do ambiente construído,

com o ambiente natural, de uma forma em que o processo de projetar cidades se alinhe com a natureza e não contra esta.

A discussão sobre cidades sustentáveis vem ganhando cada vez mais espaço nos círculos técnicos e científicos (Xiaoling Zhang e Huan Li, 2018; Bayulkena & Huisingh 2015; Holden et al., 2014; Zaccai, 2012). A proposta de um desenvolvimento sustentável, foi consolidada, e mais largamente disseminada, após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida como Rio 92 ou Eco 92, realizada no Rio de Janeiro, em 1992 (UNCDE, 1992). A elaboração da Agenda 21 (UN, 1993) foi, talvez, o principal resultado deste encontro e definiu objetivos para a promoção do desenvolvimento sustentável dos assentamentos humanos, incluindo: proporcionar habitação adequada para todos; melhorar a gestão dos assentamentos humanos; promover o planejamento e a gestão sustentável do uso do solo; e promover a prestação integrada de infraestrutura ambiental, considerando os temas água, esgoto, drenagem e manejo de resíduos sólidos.

Em geral, o debate sobre a sustentabilidade urbana costuma ser altamente subjetivo e é difícil avaliar as dimensões da sustentabilidade. Além disso, também é difícil reverter consequências insustentáveis de desenvolvimentos passados e há dúvidas sobre até que ponto essa reversão é possível, fazendo surgir a necessidade de reflexão sobre como promover sustentabilidade nas cidades, equilibrando as demandas do ambiente construído e os limites do ambiente natural.

Como é possível inferir, a discussão sobre sustentabilidade é multifacetada e representa um alvo em constante evolução, de modo que as cidades podem seguir caminhos diferentes em direção a esse objetivo (Childers et al., 2014). O presente trabalho busca caminhar sobre uma destas facetas e propõe a hipótese de que a integração do sistema de espaços livres com a drenagem urbana, em arranjos multifuncionais, pode proporcionar maior capacidade de estruturar um ambiente urbano mais resiliente às inundações, consequentemente dando mais sustentabilidade às soluções.

Sendo assim, objetiva-se, com este estudo, pesquisar e desenvolver soluções ambientais e de infraestrutura verde para bacias hidrográficas urbanas degradadas e com recorrência de inundações. Foi escolhido a bacia do Canal do Manguê, localizada na zona norte da cidade do Rio de Janeiro e mostrada na Figura 1, como palco de avaliação das propostas resultantes da integração dos espaços livres nas soluções de drenagem, com a hipótese formulada sendo experimentada na prática, para consubstanciar a discussão. Sua escolha se deu devido a necessidade premente de ações para o controle de inundações e para a superação de carências urbanas na bacia. Além disso, esta bacia apresenta diversos estudos já realizados, o que foi a base para o desenvolvimento desta pesquisa. Desse modo, defende-se que as soluções reconheçam o sistema de drenagem como eixo estruturante do planejamento urbano, dado que este sistema intermedia as relações entre ciclo

hidrológico, uso do solo e demandas de uma cidade funcional e segura, podendo este eixo apoiado pela reestruturação e requalificação urbana, a partir da articulação dos espaços livres urbanos e da multifuncionalidade, para possibilitar soluções integradas e transversais. Portanto, conceitualmente, essa análise parte da percepção que, diferentemente dos demais sistemas de infraestrutura, a drenagem ocupa uma posição chave na leitura do espaço, ocupando a posição de interface entre ambiente natural e construído.

Essa abordagem associa questões de infraestrutura ambiental e urbana de forma sistemática e integrada, envolvendo a reavaliação de políticas públicas relativas ao planejamento paisagístico e do uso do solo. O sistema de drenagem pode ser visto como um catalisador de mudanças, já que é um sistema urbano que atende tanto a uma demanda ambiental (para a passagem das cheias através da cidade) quanto a uma demanda social por uma cidade mais saudável.

Já os espaços livres têm grandes probabilidades de sofrer e alavancar transformação na paisagem. Podem ser os espaços mais promissores do espaço urbano, uma vez que podem assumir importantes funções, tais como: ambientais, de lazer e recreação; lugar de percepção da paisagem, entre outros. Contudo, podem ser os lugares mais frágeis, pois estão mais sujeitos a ocupação indevida e desordenada, quando não reconhecido sua importância fundamental e não incluídas em um planejamento adequado (McHarg 1969).

Abordagens de mitigação de inundações mais ecologicamente sensíveis têm aparecido frequentemente nos últimos anos, encorajando medidas de redução de risco a trabalharem em conjunto com a natureza (Barbedo, Miguez, Van der Horst, e Marins, 2014).

Sendo assim, este trabalho visa contribuir com exemplos de soluções projetuais sistêmicas, capazes de mitigar inundações urbanas, melhorando a resiliência das cidades, através de interações interdisciplinares, integrando contribuições da engenharia, do urbanismo e do paisagismo em busca da eficiência urbana, ambiental, econômica e social.

1.1 O risco de inundação e a drenagem urbana sustentável

Há um paradoxo na relação entre água e cidade. A água é um insumo fundamental que está presente na história e na origem das cidades, como fonte de abastecimento, veículo para a condução de dejetos, irrigação para produção de alimentos, meio de transporte e barreira natural como defesa da cidade contra invasões inimigas, entre outros.

Atualmente, porém, não é incomum que as cidades virem as suas costas para os rios, onde estes, degradados, poluídos, sem vida, se confundem com “valões” de esgoto e lixo, ou são canalizados, enterrados e escondidos e se perdem como elementos da paisagem, empobrecendo a biodiversidade dos ecossistemas

presentes nas áreas urbanas, gerando problemas de saúde, degradação urbana do entorno próximo, perda de oportunidade de lazer, entre outros problemas (MIGUEZ et al. 2015). Há mais de 40 anos, Mann (1973) observou que os corpos d'água das cidades eram aqueles recursos naturais mais “usados e abusados” do planeta. Nos últimos 20 anos, percebe-se que o número de eventos de inundações vem crescendo substancialmente no mundo.

Para viabilizar a expansão urbana, os padrões usuais de desenvolvimento se reportam à implementação de grandes projetos de engenharia para resolver problemas causados pela ocupação de áreas inadequadas, envolvendo alteração (severa) de padrões naturais, como desflorestamento, drenagem de áreas úmidas, aterro e canalização de rios e córregos, entre outras intervenções que potencializam a artificialização do ambiente e aumentam custos de intervenção e manutenção, em obras monotônicas, nem sempre bem aceitas pela comunidade de seu entorno. Este é o resultado de uma mentalidade baseada no controle da natureza. No entanto, apesar da construção de uma extensa infraestrutura para controlar inundações (como barragens, diques, bueiros, canais de desvio e estações de bombeamento), cidades do mundo todo continuam vulneráveis e sofrem cada vez mais com enchentes (Andersen & Shepherd, 2013).

Por outro lado, Spirn (1995), em o “Jardim de Granito”, também critica projetos urbanos superficiais criados apenas para embelezar a natureza da cidade. Para a autora, são necessárias mudanças radicais, que busquem reconhecer e apontar para uma série de danos decorrentes de intervenções sobre rios urbanos que não respeitam a natureza, que têm sido tomadas mais como embelezamento superficial, do que como uma força essencial que permeia a cidade. Ela reconhece que cada espaço deve funcionar, não apenas como um pequeno sistema local, mas como parte de sistema maior e mais amplo de uso do solo e ambientes. O espaço deve ser extremamente valorizado; portanto, os parques e espaços livres devem servir a múltiplos propósitos, como: recuperação de resíduos urbanos, preservação dos recursos minerais, armazenamento das águas de cheias, estabilização de encostas instáveis e áreas florestadas. Todos os espaços livres da cidade são partes de um sistema multifacetado e interligado da cidade.

O conceito de drenagem urbana sustentável surge como uma resposta possível e desejável diante dos impactos da urbanização, fazendo frente a modelos de aumento das velocidades de escoamento e das vazões máximas, com transporte de maiores volumes de escoamento e redução do tempo de concentração. A nova concepção para sistemas de drenagem urbana sustentáveis visa abordar o tratamento das águas pluviais urbanas de uma maneira menos impactante, tendo como objetivo a busca por padrões de escoamento pré-urbanização como princípio fundamental (Tucci, 2007; Baptista & Nascimento, 2008; Miguez & Magalhães, 2010). É importante destacar que, nem sempre (ou quase nunca), se consegue, de fato, retornar a padrões de pré-urbanização, mas é importante manter as funções

do ciclo hidrológico, com favorecimento da infiltração e recuperação da capacidade de retenção superficial, mesmo que através de novos espaços, em uma mímica ambiental das funções originais.

Gusmaroli et al. (2011) propôs a adoção de uma abordagem ecossistêmica para o tratamento de rios em áreas urbanas, com o objetivo de revisar e ampliar o conceito de *Waterfront Design*, no qual se procura valorizar a linha de contato entre o urbano e os corpos d'água, reintroduzindo estes na paisagem da cidade. Na nova proposta, abre-se uma possibilidade mais ampla, de não apenas usar a presença da água como um valor urbano, mas também, e principalmente, como um valor ecológico, como um elemento de conexão da cidade com a natureza, aproveitando para recuperar também o rio e parte de seus valores ambientais. Essa possibilidade traz a oportunidade de exercitar o conceito de requalificação fluvial, sob o ponto de vista de uma efetiva melhoria ambiental, olhando para a cidade como um organismo em constante transformação e, por isso, capaz de modelar-se e adaptar-se (ainda que apenas parcialmente, dadas as modificações já sofridas) às demandas de uma recuperação mais natural dos cursos d'água. A perspectiva de incorporar conceitos de sustentabilidade ambiental no processo de repensar o crescimento da cidade abre um diversificado conjunto de oportunidades a serem explorados como soluções integradas em um contexto multidisciplinar.

No Brasil, Batista et al. (2005), entre outros, consolidou o conceito de técnicas compensatórias em drenagem urbana com a proposta da introdução de medidas cujo foco é aumentar a capacidade de infiltração e armazenamento, objetivando assim uma compensação dos efeitos deletérios provocados pela urbanização. Essas ações, distribuídas na bacia, ajudam a reordenar os escoamentos, controlar cheias e recuperar o funcionamento da bacia.

Nessa ótica, defende-se largamente a concepção de soluções de drenagem urbana que incorporam infraestruturas verde e azul. Porém, soluções de drenagem urbana sustentável, de modo geral, são dependentes de um aspecto morfológico urbano primordial para sua implementação: os espaços livres. Nesse ponto, conecta-se o projeto da drenagem com o próprio projeto de cidade que se deseja saudável e funcional.

1.2 Espaços livres multifuncionais

Os espaços livres, principalmente os espaços livres verdes, são de importância estratégica para a qualidade de vida de uma sociedade cada vez mais urbanizada. Além de importantes serviços ambientais como a purificação do ar e da água, a filtragem do vento e do ruído, ou a estabilização do microclima, as áreas naturais oferecem serviços sociais psicológicos e de infraestrutura urbana, que são de importância crucial para a habitabilidade das cidades modernas e o bem-estar dos moradores urbanos (Chiesura, 2004; Cormier & Pellegrino, 2008).

Porém, com o crescimento rápido e em medidas extremas das cidades, torna-se comum a escassez de áreas livres que possam atender às funções social, cultural, ambiental e de infraestrutura, e levanta-se a necessidade de otimizar os espaços livres. Essa otimização pode ser alcançada através da concepção de um sistema de espaços livres multifuncionais, potencializando seus usos e otimizando investimentos públicos. Estes usos podem ainda ser expandidos, com o uso criativo dos sistemas naturais para atender aos desafios de readequação da infraestrutura urbana já implantada, especialmente no que tange a drenagem e a qualidade da água. Miguez *et al.* (2007) destacam que, nas paisagens multifuncionais, as soluções urbanas podem ganhar funções hidráulicas adicionais, com o objetivo de revitalizar o ambiente urbano em uma abordagem sustentável.

O conceito está ligado ao uso e cobertura do solo, sendo a base de conjuntos de cenários paisagísticos que congregam vários interesses simultaneamente, em conformidade com as demandas dos diversificados segmentos da sociedade.

Nesse sentido, a criação de “espaços multifuncionais” pode permitir que as áreas livres que restam nos núcleos urbanos já consolidados associem funções hidráulicas a funções sociais, ambientais e econômicas. O sistema de espaços livres representa, em geral, a última reserva disponível de volumes para a readequação da capacidade dos sistemas de drenagem, hoje estressados pelo próprio crescimento urbano. A reorganização desses espaços livres pode permitir: o escoamento controlado de enchentes; a introdução de parques fluviais, que, além do lazer e atenuação do microclima, também cumprem uma função hidráulica de armazenamento e amortecimento de cheias, auxiliando ainda na ordenação do espaço e criando limites para o crescimento urbano (evitando o seu avanço para áreas de preservação permanente); o incremento da biodiversidade; o uso de caminhos verdes com fins de mobilidade e conexão de áreas fragmentadas; a valorização imobiliária do entorno; e o eventual transporte fluvial/lacustre em casos específicos.

No entanto, ainda hoje, a prática do uso das chamadas paisagens multifuncionais está pouco difundida no Brasil. As medidas que visam atenuar problemas gerados por falhas de drenagem urbana, normalmente ainda seguem a antiga lógica de obras pontuais, tendo como resultado uma série desconectada de medidas e projetos urbanos, que proporcionam muito menos benefícios do que poderia à população.

Para ajudar no enfrentamento desses problemas, sugere-se aqui um conjunto de premissas que devem nortear os projetos na busca de soluções para as inundações urbanas. Uma solução com visão integrada para o rio e a para a cidade; com a convergência e complementação (e não competição) entre o ambiente natural e o construído. Uma solução que possibilite criar elementos de infraestrutura verde e azul, conectando os espaços livres, disponibilizando parques e áreas de lazer para a população. Uma solução que, ao mesmo tempo, crie volumes para armazenamento temporário de cheias e crie caminhos que favorecem a mobilidade. Uma solução que vá ao encontro da necessidade de integrar ambiente natural e construído.

2 | MÉTODO

Este estudo parte da compilação e análise de estudos já realizados sobre a bacia, principalmente baseados em modelagem matemática hidrodinâmica, dando suporte ao desenvolvimento das soluções projetuais apresentadas. O principal trabalho analisado foi “Modelagem Matemática de Cheias Urbanas, Através de Células de Escoamento, como Ferramenta na Concepção de Projetos Integrados de Combates Enchentes. Projeto CT-Hidro/GBH – COPPETEC, (2004)”. O mesmo disponibiliza a modelagem hidrodinâmica da bacia do Canal do Mangue, assim como a determinação das áreas e volumes necessários destinados a reservação para a mitigação das recorrentes inundações na bacia.

O processo de modelagem matemática oferece uma visão sistêmica do funcionamento da bacia e informações sobre lâminas de alagamento e vazões, colaborando com a identificação das principais criticidades em relação ao funcionamento hidráulico. Apoiado nos cálculos dos volumes necessários para reservação, pode-se nortear os projetos dos espaços individualmente, de forma a dar forma urbana e social aos volumes necessários para controle de inundações. Aqui observa-se, claramente, a dinâmica interescalar da abordagem em bacias hidrográficas.

Dentre as intervenções sugeridas para o tratamento do problema de inundações na bacia, pelo Projeto CT-Hidro/GBH (COPPETEC, 2004) estão as “medidas de controle distribuído” que se referem aos reservatórios de praças/ parques. Este cenário simula o efeito do funcionamento de um arranjo de 11 reservatórios de amortecimento de cheias em planícies urbanas localizados em praças da bacia do rio Joana. Por sua vez, dentre as 11 praças, foram escolhidas a Praça Barão de Drummond, pública, e o Condomínio Tijolinho, privado, para detalhamento de projeto, como exercício de multifuncionalidade em diferentes tipos de espaços livres, capazes de contribuir para o amortecimento de inundações na bacia. A partir dessa definição, foi realizado um diagnóstico urbano na escala da bacia para, por fim, apresentar as proposições projetuais das praças multifuncionais, de acordo com os pontos a seguir:

a. Diagnóstico Urbano e Ambiental para a Bacia do Rio Joana: análises do relevo, principais rios e bairros; estudo de manchas de inundação e levantamento histórico e sociocultural para identificação das vocações de cada área da bacia;

b. Levantamento de Áreas Livres Públicas e Privadas que possam ser incorporados ao sistema de espaços livres multifuncional, assim como o levantamento de possíveis corredores verdes;

c. Propostas de Projeto de Paisagens Multifuncionais: análises das possíveis infraestrutura verde e azul que podem ser incorporadas ao projeto; compilação dos dados levantados em projetos existentes e adequação do desenho aos volumes de armazenamento necessários para as praças escolhidas.

3 | ESTUDO DE CASO

3.1 Apresentação da bacia do rio Joana

A bacia do rio Joana, é uma sub-bacia contribuinte da bacia hidrográfica do Canal do Mangue que compõe a rede de bacias hidrográficas da Baía da Guanabara (Figura 1). Está localizada na zona Norte do Rio de Janeiro e apresenta uma área de drenagem de 12,02 km², sendo 50,3% em encosta e 49,7% em planície, e abrange os conhecidos bairros do Grajaú, Andaraí, Vila Isabel e Maracanã, principalmente. Esta é uma das que mais impactam a região da bacia do Canal do Mangue, contribuindo consideravelmente para recorrência de inundações.

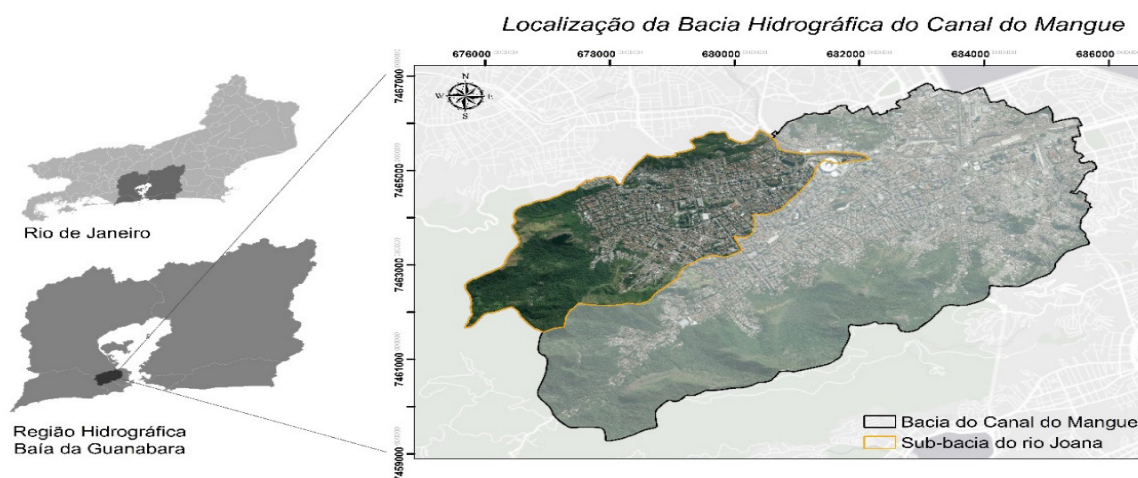


Figura 1: Localização da bacia do rio Joana

3.2 Síntese do Diagnóstico

Para tornar objetiva a análise realizada na bacia hidrográfica de estudo, foi elaborado um levantamento dos principais aspectos ambientais, urbanos e históricos, apresentados nas Figuras 2, 3 e 4. Com base nestas informações, foi feita uma compilação que resultou na Tabela 1. Nela, são abordados os principais problemas e as potencialidades que a região estudada apresenta.

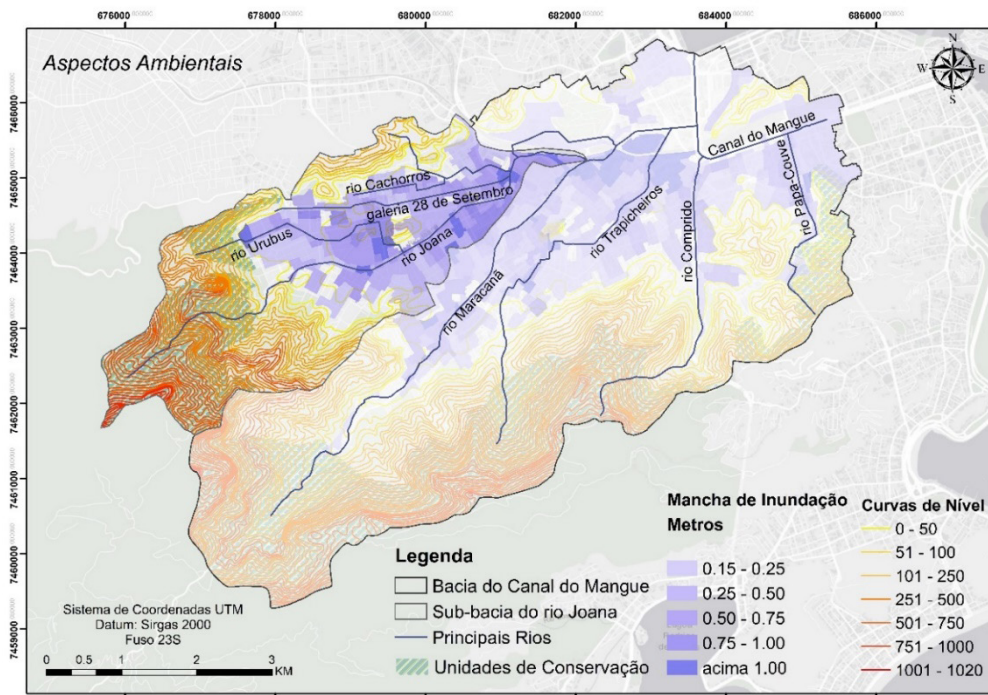


Figura 2: Mapa dos aspectos ambientais da bacia do rio Joana.

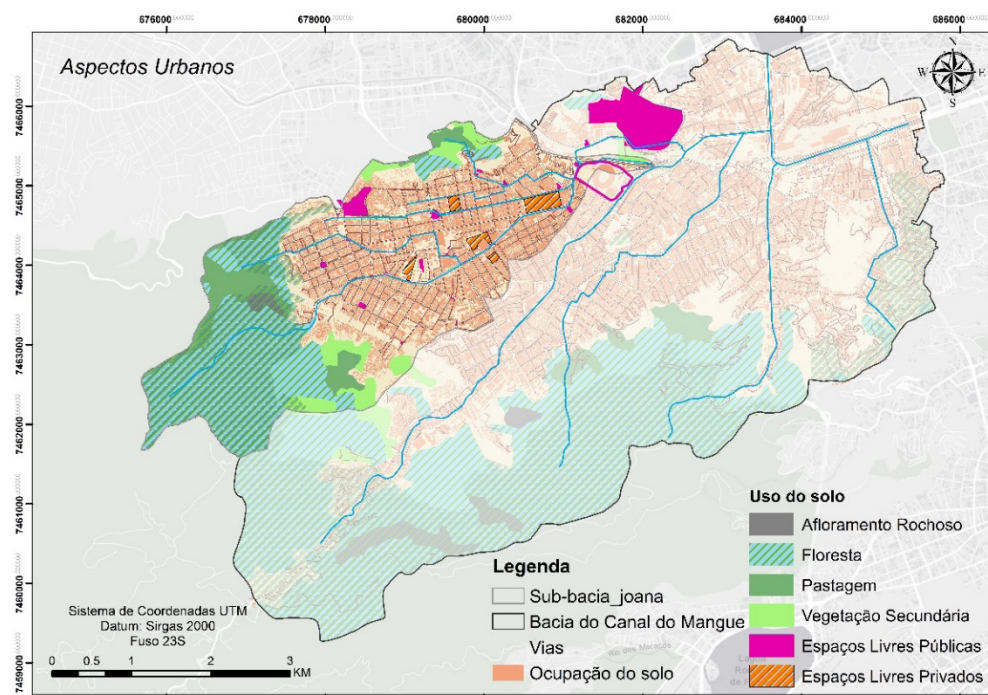


Figura 3: Mapa dos aspectos urbanos da bacia do rio Joana, incluindo levantamento dos espaços livres públicos e privados.

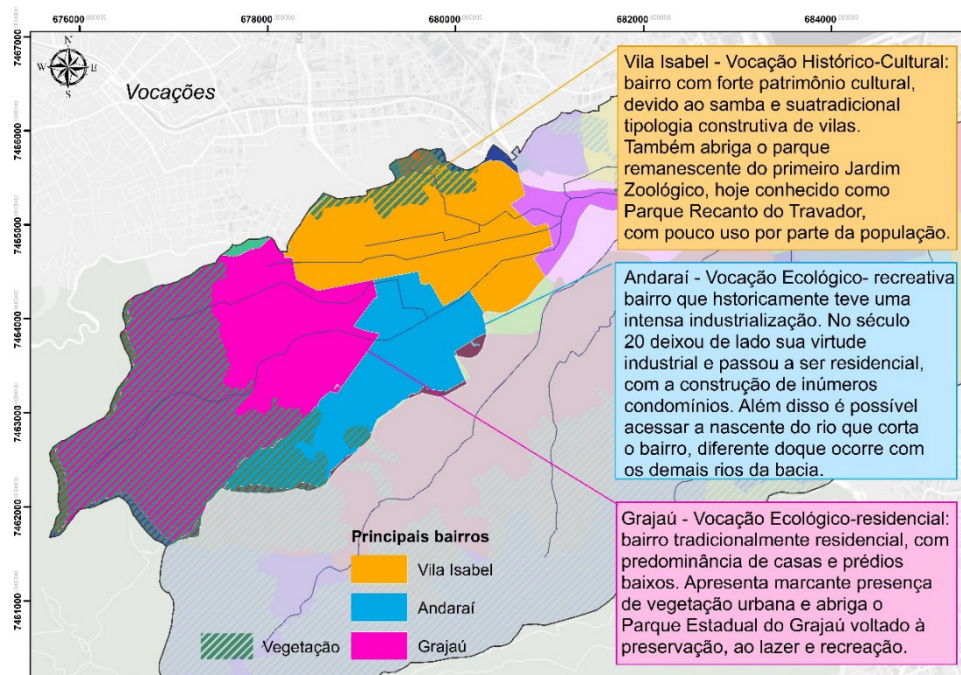


Figura 4: Avaliação dos aspectos vocacionais dos principais bairros da bacia.

Principais Problemas e Conflitos	Degradação Ambiental	Vegetação	Redução da vegetação nativa: Devido, principalmente, pela expansão de ocupações desordenadas
		Recursos Hídricos	Poluição: <i>Lixo Difuso</i> e <i>Lançamento in natura de esgoto sanitário</i> ; intervenções tradicionais de drenagem; rios canalizados e subterrâneos; desvalorização pela população
	Infraestrutura ineficiente	Alagamentos recorrentes; ocupação desordenada; desconectividade dos espaços livres; calçadas e passeios com problemas de dimensionamento e conservação; bairros de passagem que abarcam intenso fluxo de veículos, dificultando o fluxo suave de veículos automotores e pedestres	
Principais Potencialidades	Ambientais	Vegetação	Grandes massas de vegetação; histórico de reflorestamento na região; Áreas de Proteção Ambiental
		Rede Hidrográfica	Rios e córregos como potenciais ecológicos e recreativos
	Urbanas	Áreas Livres – boa demanda	Áreas livres públicas – praças e parques
		Históricos	Áreas livres privadas – estacionamentos, entre outros.
			Forte identidade histórica

Tabela 1: Diagnóstico resumido – principais problemas e principais potencialidades

3.3 Propostas de corredores verdes interligando espaços multifuncionais

Após a realização do diagnóstico, aqui apresentado de forma resumida, foi elaborado um mapa (Figura 5) que especializa as conexões propostas entre os espaços livres públicos e privados para a concepção de uma solução sistêmica multifuncional para as inundações na bacia, assim como define os dois espaços escolhidos para projeto.

Os corredores vocacionais foram dispostos principalmente para promover a interligação entre os espaços multifuncionais. Além disso, visam fornecer espaços

para o recreio e o lazer; permitir a criação de vias de circulação alternativas; contribuir para uma melhor vivência da cidade; contribuir para a preservação e valorização do patrimônio histórico, cultural e ambiental; e permitir a manutenção e valorização da qualidade estética da paisagem.

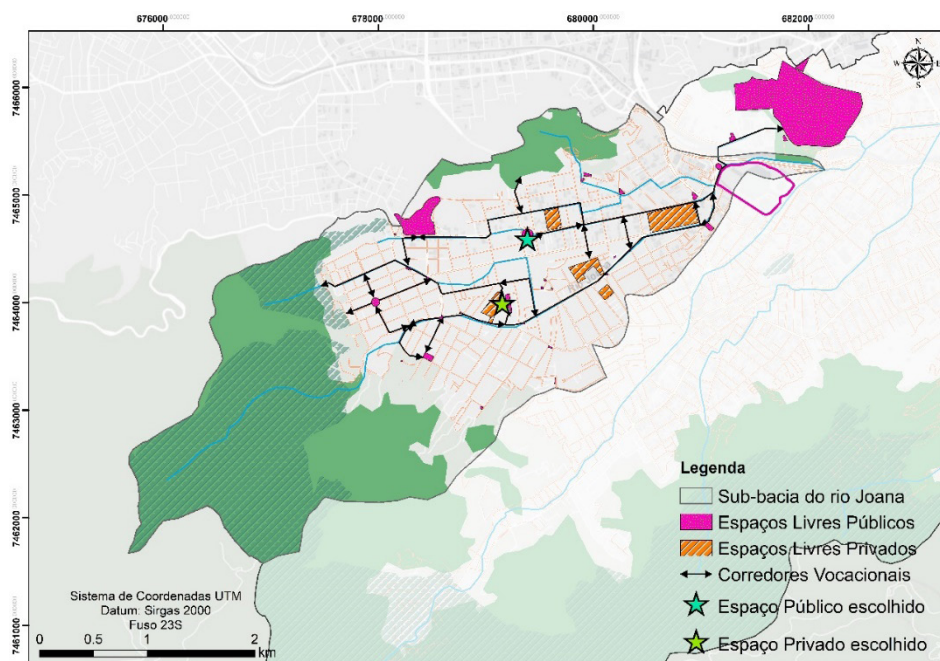


Figura 5: Propostas de corredores verdes interligando espaços multifuncionais e definição dos espaços para projeto.

As duas áreas selecionadas possuem potencial urbanístico e paisagístico, como indicadas na Figura 5. A primeira, a Praça Barão de Drummond, e a segunda, uma grande área livre no Andaraí. As duas estão em regiões residenciais, garantindo a sua utilização diária. Além disso, foi considerado o aspecto dimensional, sendo ideais para bacias de detenção.

4 | RESULTADOS

Área I: Praça Barão de Drummond

A praça está localizada no bairro de Vila Isabel, em uma rotunda, que comporta grande tráfego de carros, o que configura uma barreira física e visual. Por este motivo, os moradores têm dificuldade de acesso, o que contribui para sua pouca utilização. A praça foi escolhida como área de intervenção por ter sido considerada ponto estratégico para a atenuação dos escoamentos e por apresentar as carências colocadas anteriormente. Assim, o projeto da praça visa sua integração ao sistema de espaços livres da região, propondo como principais funções: lazer, em períodos secos, e amortecimento de vazões, no período de cheias. Com a escassez de

espaços livres na bacia, é preciso tornar os poucos lugares existentes em espaços multifuncionais. A Tabela 2 apresenta as infraestruturas verde e azul utilizadas no projeto e a Figura 6 apresenta a localização, o projeto elaborado para a Praça Barão de Drummond e o hidrograma modelado, onde é possível visualizar sua capacidade de amortecimento, para a vazão local, e seu processo de enchimento gradual.

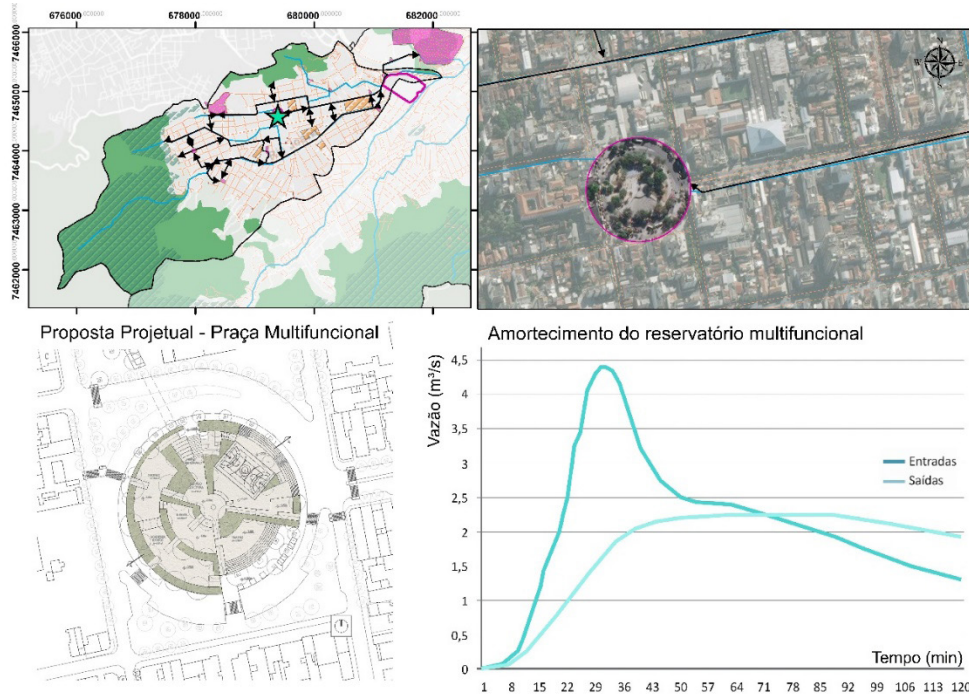


Figura 6: Praça Barão de Drummond – Localização, projeto e amortecimento de inundações

Medidas Compensatórias utilizadas	Bacia de Detenção	Parte do volume da cheia é temporariamente detido. Acumula água apenas em período de cheias e esvazia em um momento posterior
	Trincheira de infiltração	Superfície drenante que armazena a água por tempo suficiente para que ocorra a infiltração no solo.
	Piso permeável	A implantação de pavimentos permeáveis permite a diminuição das áreas impermeabilizadas e, conseqüentemente, o aumento da infiltração e a diminuição das enchentes.

Tabela 2: Proposta de Infraestrutura verde e azul

Foi realizada modelagem matemática, com o software MODCEL (MIGUEZ, 2001; MASCARENHAS e MIGUEZ, 2002; MASCARENHAS et al., 2005), para verificação do volume de água passível de ser armazenado na praça em estudo. Assim, verificou-se que o volume de retenção deveria ser igual a 6450 m³, para uma chuva com tempo de recorrência de 10 anos, tendo como referência a microdrenagem do entorno. O desenho da praça foi, então, proposto para se adequar a este volume. Após a definição do projeto urbanístico, verificou-se que o volume para armazenamento na praça poderia ser até maior: 8135m³, 25% superior ao necessário e estimado como capaz de suprir proteção também para a chuva de recorrência de 25 anos, que é o

tempo de referência para projetos de macrodrenagem, segundo critério estabelecido pelo Ministério das Cidades (MC, 2012). Ainda em relação ao projeto urbanístico, destaca-se que os pavimentos da praça foram propostos em desnivelamento para aumentar a sensação de segurança, tendo o centro da praça em nível mais baixo, para que possa ser visto de vários pontos distintos. Além disso, o desnivelamento permite que a praça seja alagada gradualmente, como ilustrado na Figura 7.

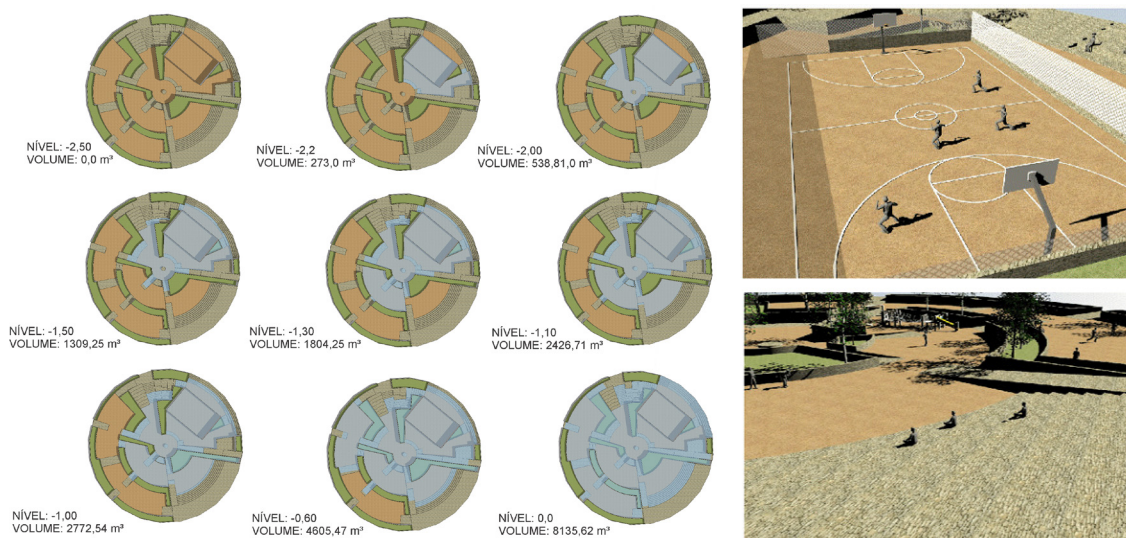


Figura 7: Alagamento na Praça Barão de Drummond, de acordo com os volumes de água e perfis do projeto (TEBALDI, 2014).

Área II: Praça Andaraí - Plano Geral e Localização

A Praça Andaraí integra o novo sistema de espaços livres multifuncionais desenvolvido para a bacia do Rio Joana. O trecho demarcado na Figura 6 apresenta a área existente, com atrativos limitados. A intervenção propôs a reformulação desse espaço livre consolidado, associado a uma nova área livre. Como resultado, obtiveram-se áreas multifuncionais, funcionando para atividades de lazer em períodos secos, e de amortecimento, no período de cheias, conectadas entre si e com os demais espaços livres por corredores verdes. A praça foi trabalhada em escalonamentos, para alagar gradualmente, facilitando sua limpeza e preservação. As infraestruturas verde e azul utilizadas nesta proposta de projeto foram: bacia de retenção, jardins de chuva, pavimentos permeáveis e recolhimento de água de chuva.

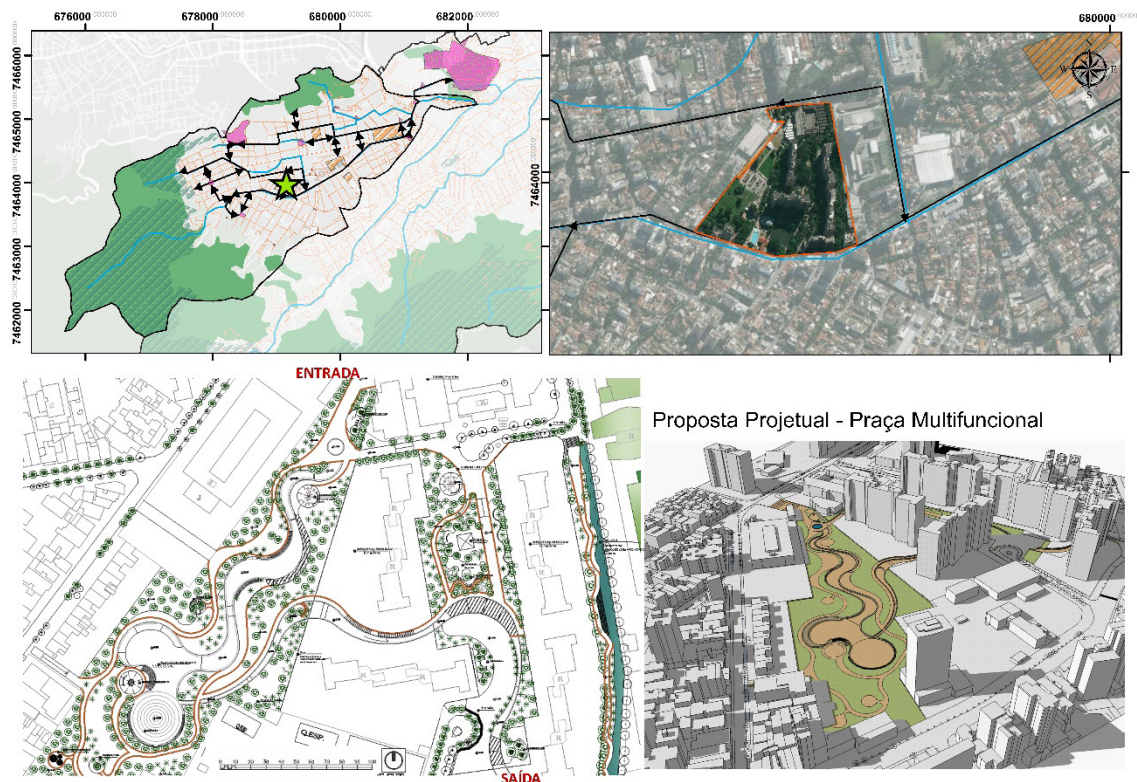


Figura 8: Praça do Andaraí – Localização e Plano Geral

Com apoio da modelagem matemática (OLIVEIRA, 2014), obteve-se um resultado importante de redução de pico na bacia, com a implementação da praça, com redução de 5% no pico de vazões do Rio Joana, que por sua vez, em última análise, contribui para as cheias que ocorrem na região da Praça da Bandeira, região emblemática da cidade do Rio de Janeiro, em termos de alagamentos.

Complementarmente, deve-se destacar que o uso das 11 praças identificadas no projeto, sozinhas, sem considerar outras intervenções distribuídas e sem nenhuma intervenção na calha do rio, diminuiriam as inundações nas ruas do entorno do rio, na região mais crítica de jusante, em cerca 42% (D’Alterio, 2004).

5 | CONCLUSÃO

A falta de infraestrutura e/ou o descompasso na sua implantação, devido à velocidade da urbanização nas grandes cidades, gerou muitos problemas urbanos, entre os quais o agravamento de inundações. As soluções de engenharia não resolvem, sozinhas, esta complicada situação, necessitando da interdisciplinaridade entre a Engenharia, a Arquitetura e o Urbanismo. A aceitação pelas comunidades locais e a compreensão das vocações urbanas resultantes do próprio processo histórico de ocupação do solo são importantes. É importante também reconhecer os limites dos sistemas naturais e projetar medidas de compensação, que permitam que a urbanização ocorra sem efeitos colaterais. Reconhece-se que tais áreas do conhecimento são intrinsecamente ligadas e indispensáveis ao planejamento

e a gestão da paisagem nas cidades. Neste trabalho, a integração de soluções de drenagem com a oferta de volumes pelos espaços livres, em combinações multifuncionais, com potencial para revitalização também do ambiente urbano, mostrou um grande potencial para compor soluções sustentáveis para mitigação de inundações urbanas.

REFERÊNCIAS

Andersen, T. K., & Shepherd, J. M. (2013). **Floods in a changing climate**. *Geography Compass*, 7(2), 95–115. DOI 10.1111/gec3.12025.

Ashley, R., Garvin, S., Pasche, E., Vassilopoulos, A., & Zevenbergen, C. (Eds.). (2007). **Advances in urban flood management**. In. London: Taylor & Francis.

Batista M, Nascimento N, Barraud S. (2005). **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**. Porto Alegre, Brazil: ABRH.

Baptista, M.; Nascimento, N., 2008. **Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana**, ABRH, Porto Alegre, Brasil.

Bayulkena, B.; Huisingsh, D. (2015). **A literature review of historical trends and emerging theoretical approaches for developing sustainable cities (part 1)**. *Journal of Cleaner Production*, Volume 109, 16 December 2015, Pages 11-24. DOI 10.1016/j.jclepro.2014.12.100.

Barbedo, J., Miguez, M., van der Horst, D., & Marins, M. (2014). **Enhancing ecosystem services for flood mitigation: a conservation strategy for peri-urban landscapes?** *Ecology & Society*, 19(2), 54. DOI 10.5751/ES-06482-190254.

D'Altério, C., F., V. (2004). **Metodologia de cenários combinados para Controle de Cheias Urbanas com aplicação à bacia do rio Joana**. Dissertação de Mestrado. Rio de Janeiro - COPPE/UFRJ, M.Sc., Engenharia Civil, 2004.

Chiesura, A. (2004). **The role of urban parks for the sustainable city**. Department of Leisure, Tourism and Environment, Wageningen University Generaal Foulkweg. *Landscape and Urban Planning* 68 129–138. DOI 10.1016/j.landurbplan.2003.08.003.

Childers, D. L.; Pickett, S. T.A.; Grove, J. M.; Ogden, L.; Whitmer, A. (2014) **Advancing urban sustainability theory and action: Challenges and opportunities**. *Landscape and Urban Planning*. Volume 125, May, Pages 320-328. DOI 10.1016/j.landurbplan.2014.01.022.

COPPETEC (2004). Relatório Técnico Final PEC 4221 - **Modelagem Matemática de Cheias Urbanas, Através de Células de Escoamento, como Ferramenta na Concepção de Projetos Integrados de Combates Enchentes**. Projeto CT-Hidro/GBH no 520093/2003-8.

CORMIER & PELLEGRINO (2008). **Infra-estrutura verde: uma estratégia paisagística para a água urbana**. *Paisagem Ambiente: ensaios* - n. 25 - São Paulo - p. 125 - 142 – 2008.

Dewan, A. M. (Ed.). (2013). **Floods in a megacity: geospatial techniques in assessing hazards, risk and vulnerability**. New York: Springer.

Gusmaroli G, Bizzi S, Lafrata R. (2011). **L'approccio della Riquilibratazione Fluviale in Ambito Urbano: Esperienze e Opportunità**. In: *Acqua e Città – 4° Convegno Nazionale di Idraulica Urbana*, Venezia, Italia. June 2011

- Holden, E.; Linnerudb, K.; Banisterc, D. (2014). **Sustainable development: Our Common Future revisited**. Global Environmental Change, Volume 26, May 2014, Pages 130-139. DOI 10.1016/j.gloenvcha.2014.04.006.
- Mann, R. **Rivers in the city**. (1973). Nova York, Washington: Praeger Publishers.
- Mcharg, Ian L.. (Ed.). (1969). **Design with Nature**. New York: Natural History Press.
- Miguez, M. G.; Mascarenhas, F. C. B.; Magalhães, L. P. C. **Multifunctional landscapes for urban flood control in developing countries**. International Journal of Sustainable Development and Planning, vol. 2, nº 2, 2007, p. 153-528.
- Miguez, M.G., Magalhães, L.P.C., 2010. **Urban Flood Control, Simulation and Management: an Integrated Approach**.
- Miguez MG, Veról AP, Rezende OM. (2015). **Drenagem Urbana: do Projeto Tradicional à Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Elsevier.
- Ministério das Cidades (MC) / Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (2012). **Manual para Apresentação de Propostas para Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais**. Programa – 2040.
- Rogers, R. (Ed.). (2001). **Cities for A Small Planet**. Barcelona, GGili.
- Spirn AW. **O Jardim de Granito**. São Paulo: EDUSP; 1995
- Tucci, C. E. M. **Inundações Urbanas**. Porto Alegre: ABRH/RHAMA, 2007.
- UN – United Nations. Agenda 21: Earth Summit – The United Nations Programme of Action from Rio. Rio de Janeiro: United Nations, Department of Public Information; 1993
- UNCDE – United Nations Conference on Environment and Development. **Earth Summit**.1992. Available from: <http://www.un.org/geninfo/bp/enviro.html> [Accessed: Jul 25, 2017]
- Xiaoling, Z.; Huan, L. (2018). **Urban resilience and urban sustainability: What we know and what do not know?** Cities, Volume 72, Part A, February 2018, Pages 141-148. DOI 10.1016/j.cities.2017.08.009.
- Zaccai, E. (2012). **Over two decades in pursuit of sustainable development: Influence, transformations, limits**. Environmental Development, Volume 1, Issue 1, January 2012, Pages 79-90. DOI 10.1016/j.envdev.2011.11.002.

SOBRE O ORGANIZADOR

LUIS MIGUEL SCHIEBELBEIN Possui graduação em Agronomia pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (1997) e mestrado em Ciências do Solo pela Universidade Federal do Paraná (2006), Doutorado em Agronomia - Fisiologia, Melhoramento e Manejo de Culturas, pela Universidade Estadual de Ponta Grossa (2017). Atualmente é Professor dos Cursos de Agronomia, Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo e Superior Tecnológico em Radiologia e de Pós-Graduação em Agronegócio e Gestão Empresarial do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE). É revisor da Revista de Ciências Agrárias - CESCAGE, Professor Colaborador do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) . Tem experiência na área de Agronomia, com ênfase em Agricultura de Precisão, atuando principalmente nos seguintes temas: Agricultura de Precisão, Geoprocessamento, Modelagem e Ecofisiologia da Produção Agrícola, Agrometeorologia, Hidrologia, Mecanização, Aplicação em Taxa Variável, Fertilidade do Solo e Qualidade.

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-024-7

