

RIOS URBANOS

Diferentes abordagens sobre
as águas nas cidades



Organizadores
Alexander Costa
Luisa Schneider



Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Alexander Costa
Luisa Schneider
(Organizadores)

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

RIOS URBANOS:
diferentes abordagens sobre
as águas nas cidades

Editora CRV
Curitiba – Brasil
2022

Copyright © da Editora CRV Ltda.
Editor-chefe: Railson Moura
Diagramação e Capa: Designers da Editora CRV
Imagem da capa: @TravelScape | Freepik (modificado)
Revisão: Os Autores

DADOS INTERNACIONAIS DE CATALOGAÇÃO NA PUBLICAÇÃO (CIP)
CATALOGAÇÃO NA FONTE

Bibliotecária responsável: Luzenira Alves dos Santos CRB9/1506

R586

Rios urbanos: diferentes abordagens sobre as águas nas cidades / Alexander Costa e Luisa Schneider (organizadores) – Curitiba : CRV, 2022
312 p.

Bibliografia

ISBN Digital: 978-65-251-3494-9

ISBN Físico: 978-65-251-3493-2

DOI 10.24824/978652513493.2

1. Meio ambiente 2. Rio-urbanos 3. Hidrologia 4. Hidrogeografia 5. Impactos socioambientais I. Costa, Alexander, org. II. Schneider, Luisa, org. III. Título IV. Série.

CDD 577

CDU 57

Índice para catálogo sistemático

1. Meio ambiente - 577

ESTA OBRA TAMBÉM SE ENCONTRA DISPONÍVEL EM FORMATO DIGITAL.
CONHEÇA E BAIXE NOSSO APLICATIVO!



2022

Foi feito o depósito legal conf. Lei 10.994 de 14/12/2004
Proibida a reprodução parcial ou total desta obra sem autorização da Editora CRV
Todos os direitos desta edição reservados pela: Editora CRV
Tel.: (41) 3039-6418 – E-mail: sac@editoracrv.com.br
Conheça os nossos lançamentos: www.editoracrv.com.br

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Conselho Editorial: Comitê Científico:

- Aldira Guimarães Duarte Domínguez (UNB)
Andréia da Silva Quintanilha Sousa (UNIR/UFRN)
Anselmo Alencar Colares (UFOPA)
Antônio Pereira Gaio Júnior (UFRRJ)
Carlos Alberto Vilar Estêvão (UMINHO – PT)
Carlos Federico Dominguez Avila (Unieuro)
Carmen Tereza Velanga (UNIR)
Celso Conti (UFSCar)
Cesar Gerónimo Tello (Univer. Nacional
Três de Febrero – Argentina)
Eduardo Fernandes Barbosa (UFMG)
Elíone Maria Nogueira Diogenes (UFAL)
Elizeu Clementino de Souza (UNEB)
Élsio José Corá (UFSF)
Fernando Antônio Gonçalves Alcoforado (IPB)
Francisco Carlos Duarte (PUC-PR)
Gloria Fariñas León (Universidade
de La Havana – Cuba)
Guillermo Arias Beatón (Universidade
de La Havana – Cuba)
Jailson Alves dos Santos (UFRJ)
João Adalberto Campato Junior (UNESP)
Josania Portela (UFPI)
Leonel Severo Rocha (UNISINOS)
Lídia de Oliveira Xavier (UNIEURO)
Lourdes Helena da Silva (UFV)
Luciano Rodrigues Costa (UFV)
Marcelo Paixão (UFRJ e UTexas – US)
Maria Cristina dos Santos Bezerra (UFSCar)
Maria de Lourdes Pinto de Almeida (UNOESC)
Maria Lília Imbiriba Sousa Colares (UFOPA)
Paulo Romualdo Hernandes (UNIFAL-MG)
Renato Francisco dos Santos Paula (UFG)
Rodrigo Pratte-Santos (UFES)
Sérgio Nunes de Jesus (IFRO)
Simone Rodrigues Pinto (UNB)
Solange Helena Ximenes-Rocha (UFOPA)
Sydione Santos (UEPG)
Tadeu Oliver Gonçalves (UFPA)
Tania Suely Azevedo Brasileiro (UFOPA)
- Adriane Piovezan (Faculdades Integradas Espírita)
Alexandre Pierezan (UFMS)
Andre Eduardo Ribeiro da Silva (IFSP)
Antonio Jose Teixeira Guerra (UFRJ)
Antonio Nivaldo Hespanhol (UNESP)
Carlos de Castro Neves Neto (UNESP)
Carlos Federico Dominguez Avila (UNIEURO)
Edilson Soares de Souza (FABAPAR)
Eduardo Pimentel Menezes (UERJ)
Euripedes Falcao Vieira (IHGRRGS)
Fabio Eduardo Cressoni (UNILAB)
Gilmara Yoshihara Franco (UNIR)
Jairo Marchesan (UNC)
Jussara Fraga Portugal (UNEB)
Karla Rosário Brumes (UNICENTRO)
Leandro Baller (UFGD)
Lídia de Oliveira Xavier (UNIEURO)
Luciana Rosar Fornazari Klanoviz (UNICENTRO)
Luiz Guilherme de Oliveira (UnB)
Marcel Mendes (Mackenzie)
Marcio Jose Ornat (UEPG)
Marcio Luiz Carreri (UENP)
Maurilio Rompatto (UNESPAR)
Mauro Henrique de Barros Amoroso (FEBF/UERJ)
Michel Kobelinski (UNESPAR)
Rafael Guarato dos Santos (UFG)
Rosangela Aparecida de Medeiros
Hespanhol (UNESP)
Sergio Murilo Santos de Araújo (UFCG)
Simone Rocha (UnC)
Sylvio Fausto Gil filho (UFPR)
Valdemir Antoneli (UNICENTRO)
Venilson Luciano Benigno Fonseca (IFMG)
Vera Lúcia Caixeta (UFT)

Este livro passou por avaliação e aprovação às cegas de dois ou mais pareceristas *ad hoc*.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
<i>Alexander Costa</i>	
<i>Luisa Schneider</i>	

PARTE I

PASSADO E PRESENTE: impactos e desafios

OS IDEALIZADORES DA SOCIONATUREZA URBANA E A TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM FLUVIAL CARIOCA.....	17
<i>Bruno Capilé</i>	

HIDROGEOGRAFIA HISTÓRICA DO SISTEMA DE CANAIS DE SANTA CRUZ, RIO DE JANEIRO/RJ: Geografia Híbrida e/ou Geografia Ambiental?	39
<i>José Renato Soares Pimenta</i>	

A COMPLEXIDADE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS E OS DIVISORES ANTRÓPICOS DE DRENAGEM: conceitos e reflexões... 63	
<i>Fernanda Figueiredo Braga</i>	

O RIO SÃO FRANCISCO E AS PALEODUNAS DO SERTÃO NORDESTINO: uma análise ecodinâmica da paisagem	77
<i>Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco</i>	
<i>Reinaldo Pacheco dos Santos</i>	
<i>Márcia Bento Moreira</i>	
<i>Jairton Fraga Araújo</i>	

ANÁLISE DA QUALIDADE FÍSICA DAS ÁGUAS DO RIO ALAMBIQUE, REGIÃO DO PIEMONTE DA DIAMANTINA/BA.....	101
<i>Hortência Silva Almeida</i>	
<i>Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco</i>	

PARTE II

ENCHENTES E INUNDAÇÕES URBANAS

FATORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICO-AMBIENTAL A INUNDAÇÕES:
um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, Fortaleza/
Ceará, Brasil..... 125

Pedro Henrique da Silva Juvenal
Lutiane Queiroz de Almeida

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO NO
MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS/RJ 147

João Pedro de Andrade Eduardo
Marta Foeppe Ribeiro

USO E COBERTURA DA TERRA E DINÂMICA HIDROLÓGICA
NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS DO LESTE
METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO..... 161

Vinicius da Silva Seabra
Otávio Miguez da Rocha-Leão
Fábio Henrique Lima Costa

ESTUDOS EM DIREÇÃO A UMA CARTOGRAFIA DE INUNDAÇÕES
URBANAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO..... 181

Alexander Josef Sá Tobias da Costa
Rodrigo da Silva Conceição
Fernanda de Oliveira Amante

PARTE III

CONSTRUINDO O FUTURO: caminhos e soluções

O USO DE GRANDES RESERVATÓRIOS PARA A ARMAZENAGEM
DA ÁGUA DA CHUVA NO CONTROLE DE ENCHENTES URBANAS.... 205

Ítalo Vinicius da Silva Rocha
Alexander Josef Sá Tobias da Costa

OS COMPONENTES SOCIAIS E O USO DE IMAGENS-ALVO PARA A
REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL *Social components and the use of target*
images for river restoration..... 219

Julia Roizemberg Bahiana
Aline Pires Veról
Noêmia de Oliveira Figueiredo

A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NOS RIOS E NA CONSTRUÇÃO DE UMA TRAMA VERDE AZUL	247
<i>Maria Cristina Santana Pereira</i> <i>José Rodolfo Scarati Martins</i> <i>Ariel Ali Bento Magalhães</i> <i>Mariana Corrêa Soares</i>	
PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE INTERESSE PARA A PROTEÇÃO DE MANANCIAS DA SEDE URBANA DO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO/RJ.....	267
<i>Rodrigo Campos</i> <i>Hugo Portocarrero</i>	
BELO HORIZONTE HIDROGRÁFICA: passado, presente e apontamentos para um possível futuro	283
<i>Alessandro Borsagli</i>	
ÍNDICE REMISSIVO	299
SOBRE OS ORGANIZADORES E AUTORES	303

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

APRESENTAÇÃO

Alexander Costa
Luisa Schneider

Chegamos à terceira década do século XXI com inegáveis conquistas em relação aos estudos sobre a água, onde sua importância e suas características são amplamente reconhecidas em qualquer parte do planeta, assim como os seus diferentes usos para as sociedades. Paradoxalmente, assistimos a contínua degradação dos rios e canais de drenagem de múltiplas formas, principalmente daqueles que estão inseridos em ambientes urbanos; nas cidades, muitas vezes os rios sequer são identificados pela população como elementos da natureza. Assim, estudar os rios urbanos deve ser entendido como uma necessidade premente, principalmente pelo que indicam as projeções das dinâmicas demográficas mundiais: o contínuo crescimento da população urbana.

O presente livro “*Rios urbanos: diferentes abordagens sobre as águas nas cidades*” é uma contribuição aos estudos e discussões sobre os rios urbanos em diferentes cidades brasileiras, onde as autoras e autores apresentam ideias, concepções teórico-metodológicas e resultados de suas pesquisas. Com a participação de profissionais de diferentes áreas científicas, o livro pretende estimular o debate interdisciplinar sobre o tema, apostando que novas visões sobre os rios urbanos podem e devem surgir como forma de aumentar o salutar debate acadêmico, profissional e científico.

O livro está dividido em três partes: *Passado e presente: Impactos e desafios, Enchentes e inundações urbanas e Construindo o futuro: caminhos e soluções*.

A primeira parte do livro traz Bruno Capilé com o texto “*Os idealizadores da socitynatureza urbana e a transformação da paisagem fluvial carioca*”, onde o autor aborda inicialmente a dicotomia sociedade/natureza para, em seguida, aprofundar a ideia de um grupo social que planeja e transforma o espaço urbano – com destaque para os rios da cidade – a partir de relações diversas, inclusive de poder.

“*Hidrogeografia histórica do sistema de canais de Santa Cruz, Rio de Janeiro/RJ: Geografia híbrida e/ou Geografia ambiental?*” é a contribuição de José Renato Soares Pimenta, onde o autor discute a Hidrogeografia a partir de uma visão histórica, objetivando trazer sua participação no debate epistemológico da Geografia, tendo como recorte espacial o bairro carioca de Santa Cruz e seu sistema de canais quatrocentenário.

A análise do conjunto de mudanças no ambiente em decorrência do processo de urbanização é o ponto de partida de “*A complexidade das bacias hidrográficas urbanas e os divisores antrópicos de drenagem: conceitos e reflexões*”, de Fernanda Braga. A autora estuda a criação de divisores de drenagem antrópicos, que frequentemente repercutem na ocorrência de alargamento e inundações.

O capítulo de Clecia Pacheco e seus colaboradores “*O Rio São Francisco e as paleodunas do sertão nordestino: uma análise ecodinâmica da paisagem*” apresenta a pesquisa sobre a origem e evolução das paleodunas do médio Rio São Francisco, no município de Casa Nova-BA, objetivando a compreensão a ecodinâmica da paisagem e a relação sociedade-natureza neste território paleodunar.

Identificar os fatores degradantes e os possíveis impactos ambientais no Rio Alambique, situado no município de Senhor do Bonfim-BA, são os objetivos de Hortência Almeida e Clecia Pacheco no texto “*Análise da qualidade física das águas do Rio Alambique, região do piemonte da Diamantina/BA*”. A partir dos resultados encontrados, as autoras apontam soluções para os fatores degradantes identificados.

Abrindo a segunda parte do livro, Pedro Juvenal e Lutiane de Almeida em “*Fatores de exposição físico-ambiental a inundações: um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, Fortaleza/Ceará, Brasil*” trazem o objetivo de contribuir para a compreensão dos fatores de exposição físico-ambiental a inundações urbanas na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, na cidade de Fortaleza, dentro do contexto do Marco de Sendai.

Por sua vez, o texto “*Uso e cobertura da terra e dinâmica hidrológica nas bacias hidrográficas urbanizadas do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro*”, de autoria de Vinicius Seabra, Otávio Rocha-Leão e Fábio Costa, tem como principal objetivo discutir as questões associadas à urbanização e suas resultantes para a dinâmica hídrica das encostas e da rede de drenagem nas bacias do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, com especial atenção para as enchentes urbanas e aos processos erosivos nas vertentes.

“*Análise espaço-temporal dos eventos de inundação no município de Petrópolis/RJ*” é a contribuição de João Pedro de Andrade e Marta Ribeiro, onde os autores buscam inventariar os eventos de inundação em Petrópolis entre 2000 e 2021 por meio do levantamento de crônicas, de registros históricos, de matérias jornalísticas e de dados oficiais. Além disso, buscou-se analisar a manifestação dos fenômenos das inundações dentro de uma escala intraurbana.

Resgatar e analisar diferentes propostas de mapeamento de inundações existentes para a Grande Tijuca, no município do Rio de Janeiro, é um dos objetivos de Alexander Costa, Rodrigo Conceição e Fernanda Amante em

seu texto “*Estudos em direção a uma cartografia de inundações urbanas na cidade do Rio de Janeiro*”, considerando a proposição de uma cartografia das inundações urbanas, com a construção de um conjunto de conhecimentos e procedimentos sobre o mapeamento desse fenômeno.

A terceira parte do livro se inicia com “*O uso de grandes reservatórios para a armazenagem da água da chuva no controle de enchentes urbanas*”, capítulo de Ítalo Rocha e Alexander Costa, onde os autores analisam uma contribuição para a solução/minimização dos problemas das inundações urbanas, que são os reservatórios para armazenamento da água das chuvas – uma das mais frequentes medidas estruturais adotadas em diferentes países do mundo.

Julia Bahiana, Aline Veról e Noêmia Figueiredo, autoras do capítulo “*Os componentes sociais e o uso de imagens-alvo para a requalificação fluvial*”, apresentam uma reflexão teórica na qual entendem que as ações de requalificação de rios urbanos são favorecidas com a aceitação e o apoio dos agentes sociais, utilizando como estudo de caso a Sub-Bacia do Rio Piraquara, localizada no bairro de Realengo, no município do Rio de Janeiro-RJ.

“*A influência da vegetação nos rios e na construção de uma trama verde e azul*” é o texto de Maria Cristina Pereira e colaboradores, onde objetiva-se de forma geral a discussão sobre as soluções baseadas na natureza contribuindo para um ambiente sustentável para o desenvolvimento de serviços ecossistêmicos – uma discussão urgente, que precisa ser estimulada em todas as esferas da sociedade de forma a emergir uma nova cultura ambiental urbana.

Identificar e descrever os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em desenvolvimento na bacia hidrográfica do Rio Grande são os objetivos de Rodrigo Campos e Hugo Portocarrero em seu capítulo “*Pagamento por serviços ambientais em áreas de interesse para a proteção de mananciais da sede urbana do município de Nova Friburgo/RJ*”, onde os autores têm como proposta gerar subsídios para trabalhos institucionais posteriores, visando o aprimoramento da conservação dos recursos hídricos.

Alessandro Borsagli, por fim, em sua contribuição “*Belo Horizonte hidrográfica: passado, presente e apontamentos para um possível futuro*”, aborda a questão fluvial (passado, presente e futuro) da capital mineira, tendo como ponto de partida a relação entre a cidade e a sua rede hidrográfica, abordando a centenária relação cidade/rio como base para a análise da atual situação das águas da cidade, além das consequências causadas pelas profundas intervenções fluviais que ocorrem de maneira ininterrupta há quase um século.

Desejamos a todas e todos uma excelente leitura.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

PARTE I
PASSADO E PRESENTE:
impactos e desafios

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

OS IDEALIZADORES DA SOCIONATUREZA URBANA E A TRANSFORMAÇÃO DA PAISAGEM FLUVIAL CARIOCA

Bruno Capilé

Em agosto de 1877, após meses de intensa seca na cidade do Rio de Janeiro, os moradores do morro de Paula Mattos reclamavam do descaso dos usos das águas no bairro do Catumby. Eles alegavam que “as águas eram direcionadas para uma vala de agrião” no vale do Rio Papa-Couve, a partir de um rombo no encanamento do aqueduto do Maracanã: “falta água em Paula Mattos, mas em Catumby abunda o agrião! Valha-nos isso!!” (GAZETA, 1877, p. 2). Nesta época, os agricultores suburbanos cultivavam nas valas e rios, sendo o êxito da lavoura resultado na alcunha da região do Catumby como *Zona do Agrião* (CORREA, 1936). O conflito foi um traço frequente na história do cultivo desta crucífera nos subúrbios cariocas, porém, intensificava em épocas de escassez de água. Os meses de junho e julho de 1877 foram de baixa pluviosidade, 16 e 15 mm respectivamente, em comparação com a média das últimas décadas, 46,7 e 40,9 mm (CRULS, 1892). Aos olhos do Estado Imperial, estes conflitos tinham menor interesse quando comparado com a salubridade dos ambientes urbanos e a persistência das epidemias. José Pereira Rego, presidente da Junta Central de Higiene Pública, abominava as valas de agrião, já que o assoreamento e a diminuição do fluxo da água estavam associados a doenças como febre amarela, malária e cólera. Foi no contexto científico da medicina social e técnico da engenharia civil pelo qual os rios urbanos cariocas passaram a ser idealizados e transformados para atender à ideologia burguesa-industrial da cidade moderna.

O médico higienista José Pereira Rego, o Barão do Lavradio (1816-1892), atuou por anos na saúde pública no cargo de chefia na Junta Central de Higiene Pública. Enquanto um cientista no Estado, ele operou na realização de pesquisas sobre a salubridade urbana na capital imperial, na argumentação técnica para a elaboração de políticas públicas para a cidade, na fiscalização dos ambientes urbanos e dos seus usos, e na divulgação destes conhecimentos em revistas e relatórios. O fim do cultivo do agrião no Catumby e no restante das valas e rios do Rio de Janeiro não foi o resultado de um capricho de Pereira Rego. Mas, sim, da realização destas e tantas outras atividades que resultaram na profunda modificação dos ambientes úmidos cariocas. Junto

a Pereira Rego, um coletivo de médicos e engenheiros protagonizaram na idealização do que seria um ambiente urbano destinado aos anseios das elites imperiais. O presente texto analisa como se constituiu este grupo social que projetou e orientou a transformação dos rios, várzeas e valas da cidade do Rio de Janeiro: os idealizadores da sacionatureza¹

Enquanto um atuante deste grupo social, Pereira Rego se insere em conjunto de práticas, sociabilidades e discursos compartilhados com outros idealizadores da sacionatureza no Rio de Janeiro. Para compreender melhor o entendimento desta categoria será contemplado, de maneira interdisciplinar, a retórica científica e vieses ideológicos, a prática científica e as maneiras de ressignificar o ambiente urbano, a legitimação institucional destes agentes, assim como a expressão de seus poderes no território pela atuação direta na política com a proposição de leis e decisões administrativas. Para a elaboração da categoria, vale circunscrever um recorte mais preciso e profícuo, como a cidade do Rio de Janeiro da segunda metade do século XIX ao início do século seguinte.

A formação histórica dos idealizadores da sacionatureza urbana carioca

Qual seria o porquê de se criar uma categoria analítica para um grupo social? De fato, o coletivo de médicos, e alguns engenheiros, que pensaram a cidade oitocentista frequentemente tem sido denominado de higienistas ou sanitaristas (BENCHIMOL, 1992; CHALHOUB, 1996). Afinal, as bases epistemológicas neo-hipocráticas deste coletivo apoiavam-se, sobretudo, na causalidade entre o ambiente como origem das doenças e epidemias que assolaram os grandes aglomerados urbanos oitocentistas. Imbuídos do viés científico da Medicina Social, atuaram na transformação dos ecossistemas úmidos, das moradias populares e outros ambientes, e pressionaram mudanças comportamentais da sociedade.

Importante ressaltar uma distinção entre higienistas, termo consagrado pela classe e pela historiografia, dos idealizadores, categoria elaborada neste texto. Primeiramente, os últimos estão sendo definidos aqui como inerentemente articulados ao governo central e às elites estatais. Veremos adiante como o reconhecimento científico, ou até o apadrinhamento político, assegurou um capital político nos círculos sociais dos tomadores de decisão. Em segundo lugar, tanto médicos quanto engenheiros atuaram na idealização da natureza urbana, e muitas vezes sem exercerem este poder diretamente associados entre si. Portanto, existirão nos exemplos deste texto, idealizadores que foram grandes higienistas, como o Pereira Rego, e outros que não atuaram diretamente

1 O termo foi trabalhado de forma difusa e pouco aprofundada em outras publicações. Cf. Capilé (2018); Capilé (2019) e Capilé (2021).

com a prática ou os conhecimentos médicos da época: como o prefeito-engenheiro Francisco Pereira Passos. Embora haja forte coesão entre as classes de médicos e engenheiros nesta denominação, o discurso e a tomada de decisões no processo de construção do espaço urbano se deram de forma ainda mais diversa. Assim, esperamos que a reflexão sobre um novo grupo social, para além das definições de higienistas, médicos e engenheiros, permita melhor compreensão sobre o processo da criação de um novo modelo de cidade, cosmopolita, moderna, industrial e capitalista. Pretendemos que com a busca por uma nova categoria auxilie na construção de significado e na análise pretérita de eventos históricos, a luz de outras concepções atuais para este passado.

Na persistente dicotomia entre natureza e sociedade, alguns autores buscaram novos termos para elaborar novos significados aos processos históricos do ambiente urbano. No campo da Ecologia Política Urbana, o dinamarquês Erik Swyngedouw buscou conjecturou o espaço urbano enquanto “uma rede de processos entrelaçados a um só tempo humanos e naturais, reais e ficcionais, mecânicos e orgânicos” (SWYNGEDOUW, 2001, p. 65), assim como materiais e imateriais. Na crítica ao materialismo marxista de conceber a natureza como *substrato* em que se desenvolvem as relações sociais, Swyngedouw aponta a ironia desta concepção se aproximar da ideologia burguesa de conceber a natureza como algo externo à sociedade. Para ele, a socionatureza urbana seria um híbrido, algo distinto, ao mesmo tempo socialmente e naturalmente produzidos (SWYNGEDOUW, 2001; 2006).

No caso do Rio de Janeiro oitocentista, consideraremos o planejamento e transformação dos rios urbanos tanto em seu aspecto biofísico – a vazão e o volume para a captação das águas ou o descarte dos esgotos, sua velocidade que afetava o tamanho do sedimento carregado e a transformação de seu fundo e suas várzeas etc., – quanto em suas dimensões sociais – o trabalho dos lavradores na agricultura urbana nas margens fluviais, a presença destes elementos biofísicos no metabolismo social urbano etc.

O que vale reforçar aos argumentos de Swyngedouw é a questão relacional na socionatureza, de forma a ver através das diferentes relações sociais e ecológicas um *continuum* de interações dentro deste espaço. E aqui o conceito de trabalho terá um papel importante para concebermos este olhar para a natureza urbana. Tal qual Marx afirmou em *O Capital*, o trabalho seria “um processo entre o homem e a natureza, um processo pelo qual o homem, através de suas próprias ações, media, regula e controla o metabolismo dele mesmo e da natureza”² (MARX, 1976, p. 283). Porém, ampliaremos este conceito para além do viés antropocêntrico e para permitir conceber trabalho nos outros seres

2 Labour is, first of all, a process between man and nature, a process by which man, through his own actions, mediates, regulates and controls the metabolism between himself and nature.

vivos e até nos próprios rios (HARAWAY, 2008). Trabalho este que não se dará de forma homogênea pelo espaço urbano, sendo afetado pela energia e matéria distribuídos na topografia local, especialmente do trabalho dos rios (WHITE, 1996).

Então, temos um grupo social que planeja e transforma a sacionatureza urbana de maneira conjunta com não humanos e outros humanos. Na dinâmica destas relações eles exercem um poder sobre o território urbano, que se deu de maneira coercitiva e submissa a partir do aparato estatal, com suas regras e normas que os próprios idealizadores participaram da elaboração. Ou seja, as relações de poder entre estes últimos e o restante dos agentes presentes no espaço urbano se deu segundo a heteronomia dos processos sociais e históricos que o Rio de Janeiro já passava. Processos marcados por ideologias e vieses que passaram a moldar a cidade segundo os interesses capitalistas e industriais. Ao mesmo tempo, internamente ao grupo de idealizadores, a dinâmica das relações de poder entre eles também se deu de maneira autônoma. Já que ao articularem argumentos científicos, imbuídos nesta prática e retórica, eles atuaram coletivamente na elaboração do conjunto de normas e condutas. Porém, este aspecto do poder dentro do grupo não se deu de maneira totalizante, sendo limitada a intervalos de tempo em que a presença da retórica científica foi mais presente (SOUZA, 2018).

De forma a pensar a sacionatureza dos rios urbanos integrada com o território da cidade do Rio de Janeiro, faz sentido nos apropriarmos também do conceito de territórios hidrossociais (BOELEN *et al.*, 2016). Nesta configuração espacial, a gestão e o uso das águas efetuaram-se através das pessoas, instituições, tecnologias hidráulicas, ambiente biofísico, estruturas socioeconômicas, relações ecológicas etc. A disputa territorial pelas águas sucedeu tanto pelo poder coercitivo, onde a violência física e simbólica tem um papel de destaque, assim como pelos significados culturais, conhecimentos e discursos científicos, normas, identidades e autoridades. Na construção imaginada, planejada ou materializada destes territórios hidrossociais, os distintos grupos sociais e outras espécies serão afetados por diversas dinâmicas de poder, sendo beneficiados ou excluídos ao acesso e posse das águas (BOELEN *et al.*, 2016). Portanto, os idealizadores da sacionatureza urbana se estruturam com o conhecimento e o discurso científico, assim como se articularam com agentes do Estado, e convenceram a transformação dos rios urbanos. Um processo que se deu de forma desigual e injusta para com os usuários tradicionais dos rios do Rio de Janeiro. Seja as lavouras de agrião da agricultura suburbana ou os banhos de cachoeira nas montanhas da Tijuca.

Mesmo que estejamos pensando nesta categoria de idealizadores para a cidade do Rio de Janeiro, seu desenvolvimento e atuação decorreu de maneira cosmopolita nas principais cidades, muitas vezes articulados entre si. Ou seja,

podemos pensar no surgimento dos idealizadores enquanto um fenômeno global. Nestes territórios hidrossociais, nas sociedades urbanas do Ocidente, as dinâmicas de poder foram modificadas tendo em questão a gestão dos ecossistemas alagados.

No século XIX, as cidades passaram a ser de interesse medicina, das quais estiveram em um processo de renovação paradigmática das teorias médicas do grego Hipócrates. No contexto da expropriação das terras nas zonas rurais europeias, o êxodo rural foi seguido de um intenso aumento populacional urbano. Paralelamente, outros processos capitalistas resultaram numa intensa circulação de pessoas, coisas e patógenos dentro e fora das cidades. O cenário de aglomeração humana e grandes deslocamentos foi peça-chave para o desenrolar de uma série de epidemias ao longo do século XIX. Nesta conjuntura, as teorias hipocráticas tornaram-se novamente populares para compreender as doenças humanas a partir do ambiente, em especial os aquáticos. O discurso médico permeou o conhecimento sobre as cidades com termos biomédicos, criando analogias para o corpo humano e para o corpo urbano, como: metabolismo e circulação. O metabolismo urbano foi pensado economicamente e ambientalmente para transformar a sacionatureza de modo a trazer melhorias no funcionamento da cidade. Neste metabolismo, as pessoas, coisas e águas entram, transformam e saem do espaço urbano, permeando corpos, ruas e rios. O que fundamentou o conceito de circulação é que ela não pode parar, seja a circulação de ar nos pulmões, de sangue nos vasos, ou de comida pelo trato digestivo. De maneira análoga aos nossos corpos, a base da medicina compreendia que os fluxos internos das cidades também não poderiam parar, e isso incluía as pessoas e seus metabolismos corporais, os animais urbanos, os ares, e, claro, as águas. Do ponto de vista dos idealizadores, o metabolismo e a circulação foram pensados enquanto uma retórica com base científica para exercer o controle sobre os territórios hidrossociais das cidades. Esta modalidade de se pensar os rios urbanos terá como auge a canalização de seus leitos a partir dos primeiros anos do século XX (FOUCAULT, 1979; SENNETT, 2003; SWYNGEDOUW, 2006; BOELENS *et al.*, 2016; CAPILÉ, 2018).

Estes processos ocorreram nas principais cidades europeias, como por exemplo, o saneamento de Bruxelas pelo Rei Leopoldo para o direcionamento do esgoto doméstico, a construção do *Ringstrasse* de Viena para melhor movimentação nas vias elaboradas, o despejo das moradias precárias em Londres e Paris para a circulação dos ares. Em todas estas histórias, os ambientes aquáticos (rios, várzeas, pântanos e outros) foram transformados segundo a noção neo-hipocrática dos miasmas causadores de doenças e da circulação das coisas, assim como também favoreceram os esquemas de especulação imobiliária de grupos capitalistas associados aos respectivos Estados. O caso

de Paris é emblemático na historiografia urbana. Após sucessivas tentativas de golpe de Estado, Luís Napoleão, sobrinho do Bonaparte, obteve sucesso em 1851. A conjuntura da história parisiense permitiu grandes transformações em sua siconatureza urbana. A França napoleônica do Primeiro Império seguiu a lógica estratégica e investiu na formação de engenheiros para a revitalização das estradas, melhorias infraestruturais e projetos hidráulicos. Institucionalmente, dois importantes centros de formação de engenheiros se destacaram: a *École des Ponts et Chaussées* (1747), revitalizada no início do século XIX para atender esta demanda; e a *École Polytechnique* (1794) com um viés misto de engenharia civil e militar. Poucas décadas depois, os engenheiros formados nestas instituições atuaram no gigantesco programa de obras públicas tocadas pelo Barão de Haussmann, prefeito indicado por Napoleão III responsável pelo departamento do Sena, onde se inclui Paris e outros territórios. Ele foi incumbido de remodelar a capital francesa em uma série de intensas obras que duraram de 1853 a 1869, e foi responsável pelo despejo de milhares de pessoas, pela demolição de centenas de prédios e pela transformação substancial da siconatureza francesa (SCOTT, 1998; HARVEY, 2012).

As conexões das transformações siconaturais na cidade do Rio de Janeiro com a de Paris são várias, especialmente se compararmos as reformas de Haussmann com a de Francisco Pereira Passos. Ambos são prefeitos indicados pelo chefe supremo (Napoleão III e Rodrigues Alves, respectivamente), em um contexto de tentativa de superação de crises financeiras a partir da modernização urbana. Ambas as cidades, capitais nacionais com importante presença político-financeira, passaram por processos sociais de aglomeração urbana, desemprego em massa, habitações precárias e outros. Nos dois casos, os rios haviam sido severamente afetados pela poluição doméstica e industrial, numa época bastante favorável aos interesses capitalistas. E do ponto de vista da saúde, elas passaram por persistentes epidemias de doenças como cólera, peste bubônica e outras (BENCHIMOL, 1992; MELOSI, 2008; AZEVEDO, 2009; HARVEY, 2012).

Outras conexões mais diretas transcorreram nesta história, especialmente do ponto de vista da circulação do conhecimento científico e da subsequente formação da comunidade científica em que esses idealizadores transitavam. Longe de uma mera difusão do conhecimento científico, a circulação destes se deu através da mobilidade das pessoas, livros, artigos, manuais e outros suportes, em um processo dinâmico que transformava o conhecimento localmente (RAJ, 2016). A circulação de um conhecimento científico requer a sua transformação, ela demanda uma calibração para as circunstâncias locais realizada por cientistas que irão situar este novo conhecimento no espaço em questão (LIVINGSTONE, 2003).

Tanto na engenharia quanto na medicina, este processo de circulação do conhecimento científico dentro formação da comunidade se deu de maneira institucional. Foram os recém-formados da Faculdade de Medicina de Paris que compuseram o corpo docente da Faculdade de Medicina do Rio de Janeiro, fundada em 1832, e os membros fundadores da Academia Imperial de Medicina, em 1835. Na época, a medicina passava por um processo modernizador que evidenciava a clínica. Mesmo assim, as primeiras gerações de alunos cursaram a disciplina de Higiene, que contemplava saberes sobre a sacionatureza urbana (FERREIRA, 1994). Os conhecimentos médicos vieram da França através das mentes dos professores, e dos livros e manuais. A necessidade de ressignificar estes saberes localmente desenrolaram-se por intermédio das dezenas de teses de medicina sobre o ambiente urbano do Rio de Janeiro.

A formação dos engenheiros também passou por um processo de afrancesamento curricular, influenciado particularmente pelas duas escolas francesas mencionadas anteriormente. Enquanto a coesão social dos médicos sobreveio pelas teorias neo-hipocráticas, na engenharia a matriz ideológica se fez mais presente segundo as ideias positivistas e na crença no Progresso (FERREIRA, 1989). A ideologia do Progresso permeou a formação de engenheiros enquanto uma linguagem carregada de poder simbólico, que legitimaram suas práticas técnico-científicas perante a sociedade urbana (BOURDIEU, 2009). Este processo curricular na engenharia ocorreu de forma gradual, já que o campo na primeira metade do século XIX convivía com disciplinas militares junto às atualmente conhecidas como Engenharia Civil. Este novo campo surge no contexto de repensar os aglomerados urbanos, o que explica a predileção pela engenharia francesa e inglesa oitocentistas. A transformação toma impulso primeiro com a criação da Escola Central em 1858, e a cisão curricular efetiva se deu com a fundação da Escola Politécnica em 1872. O interesse era similar aos da engenharia francesa, formar um corpo técnico de engenheiros para atuarem na modificação material da paisagem urbana para o funcionamento da sacionatureza urbana industrial e burguesa. Desta maneira, treinaram em estágios na implementação de ferrovias, construção ou renovação dos portos, e nas reformas urbanas (CAPILÉ, 2015).

Simon Schwartzman (2001), em *Um espaço para ciência*, reconheceu uma tendência sociológica e evidenciou algumas etapas da institucionalização de um campo científico, quando estudou a história da física brasileira após a Segunda Guerra Mundial. Ele primeiro identificou a chegada de profissionais estrangeiros, ou, raras vezes, brasileiros que estudaram fora, que aqui vieram treinar discípulos. Neste treinamento foi interessante reconhecer que junto a estes cientistas vieram todo um conjunto de práticas, conhecimentos, sociabilidade e vieses ideológicos, que repercutiram localmente dentro e fora da comunidade científica. Neste sentido, vale relembrar o trabalho de José

Murilo de Carvalho sobre como a formação da elite brasileira do início do século XIX teve sucesso enquanto grupo social, com poucos conflitos internos, especialmente a partir de uma homogeneidade ideológica a partir de seu treinamento na faculdade de Direito em Coimbra (CARVALHO, 2010). Ou seja, médicos e engenheiros, cada um à sua maneira, fortaleceram-se enquanto grupo social e comunidade científica a partir de um coletivo de práticas e vieses que foram adquiridos através da formação curricular, da sociabilidade e da prática dos respectivos campos. Seguindo na ideia de Schwartzman (2001), a primeira geração de brasileiros formados localmente seguiu para estágios e outras experiências profissionalizantes fora do país e depois voltou para o fortalecimento institucional do campo científico e do ganho de capital político dentro de um contexto social mais amplo.

Longe de ser uma receita de bolo, a proposta de formação de uma comunidade científica por Schwartzman repercutiu em parte na história de Francisco Pereira Passos (1836-1913) e André Gustavo Paulo de Frontin (1860-1933). Pereira Passos optou por um currículo mais diverso dentro da Escola Militar da Corte, em 1852, com disciplinas e um diploma associado à Engenharia Civil – antes da cisão institucional em 1858. Na Escola Militar, houve uma circulação de conhecimento científico francês através de livros didáticos de física e de matemática de La Croix, La Gendre e Delambre, por exemplo. Diferente dos alunos que seguiram a carreira militar, e com facilidade de circulação pela corte imperial através dos contatos do pai, Pereira Passos entrou para carreira pública com sua nomeação para a legação brasileira na França, dezembro de 1856. Nos quatro anos em que estivera em Paris, consegue estágio na École de Ponts et Chaussées com trabalhos de campo acompanhando a reforma urbana de Haussmann, e ainda travou contato com o principal engenheiro por trás das obras: Jean-Charles Alphan. Ao voltar ao Brasil em 1860, Pereira Passos traz consigo todo um saber teórico e prático das grandes reformas. Dentro da estrutura do governo imperial, na Diretoria de Obras Públicas, em 1874 foi nomeado para a Comissão de Melhoramentos chefiada pelo Conselheiro João Alfredo de Oliveira. Nesta comissão, Pereira Passos, junto a seus colegas, pôs em prática no relatório seu aprendizado parisiense com o alargamento de 14 vias, com expansão da cidade para o oeste, o desvio e transformações dos rios urbanos, e uma série de melhoramentos. Alvo de críticas, os dois relatórios da comissão foram desconsiderados, e parte destas propostas foram incorporadas nas reformas urbanas do início do século XX (AZEVEDO, 2009; CAPILÉ, 2018). O engenheiro Pereira Passos ainda não tinha o capital simbólico para reafirmar seus planos enquanto um idealizador da socionatureza urbana carioca.

Essa breve história nos mostra que este grupo social precisava articular o conhecimento científico junto ao Estado, especialmente a partir do prestígio

dentro das duas áreas. Neste sentido, à época das propostas de Pereira Passos, o governo imperial brasileiro ainda desenvolvia seu poder infraestrutural para o controle e transformação de seu território, no nosso caso, o território urbano. Paralelamente, os idealizadores ainda engatinhavam dentro da elite estatal, através das instituições criadoras de normas, como a Junta de Higiene, e as associações profissionais que legitimavam o poder dentro do Estado, como o Clube de Engenharia. Mesmo assim, estes engenheiros pesquisavam e desenvolviam novas tecnologias hidráulicas para a tomada de decisões em modificar a socionatureza urbana segundo as demandas sanitárias. Dentro e fora do Estado imperial, esta elite tecnocrata esteve presente na implementação da captação do esgoto doméstico, do abastecimento de água, na limpeza dos rios e sua canalização, e outras atividades fluviais para a modernização da infraestrutura responsável pelo metabolismo urbano. Com a maior presença no poder estatal, as principais decisões urbanas invariavelmente deveriam passar pelo corpo de engenheiros (MELOSI, 2008; CAPILÉ, 2018).

O sociólogo Michael Mann (1992), argumenta que o Estado, enquanto um órgão centralizador que organiza a sociedade, teria dois tipos de poder. O despótico, da qual uma elite estatal toma decisões sem a mediação direta da sociedade civil. E o poder infraestrutural, que demonstraria o quanto o Estado poderia atuar junto à sociedade civil através de sua infraestrutura. Este segundo poder funciona de acordo com sua utilidade social, e pelo qual apenas o Estado teria as forças para agir sobre o território. E nesta gestão, o governo imperial cria instituições, assim como se articula com instituições da sociedade civil, para transformar o território hidrossocial urbano. E aqui a história da Junta Central de Higiene Pública é exemplar.

A Junta de Higiene foi fundada em 1850 num contexto de compreender e modificar os ecossistemas alagados da cidade do Rio de Janeiro para evitar e controlar os casos de contágio e morte das epidemias de febre amarela. Os médicos atuaram na orientação de obras públicas, na resolução das epidemias e na elaboração de normas para o controle social dos corpos humanos e do corpo urbano (EDLER, 2009). Uma das primeiras intervenções fluviais se deu na normatização deles a partir da de legislação de 11 de março de 1856 sobre a limpeza dos rios e valas das casas e chácaras, açudes etc. (MORAES FILHO, 1894, p. 114). A base teórica para esta legislação foi o conceito de circulação das coisas em três regras:

1. os proprietários de chácaras deveriam limpar os rios e valas em seus terrenos;
2. a criação de represas e açudes deveriam ter uma licença aprovada pela Câmara Municipal e um membro da Junta; e,
3. a edificação nas margens resultaria na cessão gratuita de parte do terreno para o alargamento do rio.

Acontece que as decisões dos idealizadores, embora orientada cientificamente, eram limitadas em considerar a natureza urbana em sua complexidade. James Scott (1998), argumenta que:

[...] certas formas de conhecimento e controle requerem um estreitamento de visão. A grande vantagem nesta visão de túnel (tunnel vision) é que ela coloca em foco nítidos aspectos limitados de uma realidade que, de outra forma, seria muito mais complexa e incontrolável. Essa simplificação, por sua vez, torna o fenômeno no centro do campo de visão mais legível e, portanto, mais suscetível a medições e cálculos cuidadosos. Combinado com observações semelhantes, uma visão global, agregada e sinóptica de uma realidade é alcançada, possibilitando um alto grau de conhecimento esquemático, controle e manipulação (SCOTT, 1998, p. 11).

Esta visão sinóptica apontada pelo autor é facilmente reconhecida quando analisamos os relatórios dos engenheiros das primeiras comissões fluviais para abastecimento de água no Rio de Janeiro. O interesse limitado na potabilidade hídrica, ou visão de túnel, resultou na simplificação da realidade fluvial em poucas variantes. No quadro demonstrativo realizado pelo Oliveira Bulhões em 1866, os rios do maciço da Tijuca que abasteciam a cidade foram reduzidos a quatro indicadores:

1. Quantidade de água em litros por dia;
2. altura da coleta de água, referente ao alcance que essa água teria no espaço urbano;
3. capacidade dos açudes e caixas de recepção, em litros;
4. e a característica das matas nas nascentes.

Os rios foram simplificados como meros distribuidores de água para o metabolismo urbano, eliminando a diversidade biofísica dos ecossistemas fluviais e social dos costumes e usos como a proibição dos banhos de cachoeira (CAPILÉ, 2019). Mesmo que seja fora deste contexto, faz sentido ecoar a fala da pesquisadora e ativista Vandana Shiva: “o saber científico dominante cria uma monocultura mental ao fazer desaparecer o espaço das alternativas locais” (SHIVA, 2003, p. 25). Esta retórica de subjugação do ambiente e de atores locais nesta crítica decolonial de Shiva, ajuda a compreender o processo de formação e atuação dos idealizadores da socionatureza em sua dominação e transformação das paisagens fluviais. Uma retórica travestida com discursos de progresso, modernidade.

A partir deste grupo social e sua inserção no governo imperial, o Estado toma decisões cada vez mais intensas na gerência dos territórios hidrossociais. A articulação deles se deram a partir de instituições como a Junta de Higiene, mencionada acima, e o Clube de Engenharia. Fundado em dezembro de 1880, o Club adotou uma postura mais republicana e abolicionista que

seu congêneres associativista, o Instituto Polytechnico Brasileiro (1862), com uma aproximação com o governo imperial e seus valores. Em seu estatuto de fundação explicitava a intenção de reunir engenheiro e industriais em prol do progresso material e das empresas de engenharia (CLUB, 1881). Tais interesses se materializaram nas obras de ferrovias, melhoramentos urbanos, portos e outras, tendo os rios e outros corpos hídricos um interesse destacado. Estes foram limitados do ponto de vista material para as edificações, nos termos da fundação de edifícios em solo não consolidado, no escoamento das águas pluviais, ou no funcionamento do sistema de esgotos, por exemplo. Abordaremos agora algumas questões do cotidiano urbano do Rio de Janeiro no final do século XIX.

A idealização e transformação da paisagem fluvial

Voltando à história da lavoura do agrião nos subúrbios cariocas, para o desenrolar de uma narrativa que desencadeará o processo de homogeneização da paisagem fluvial urbana. Como mencionado anteriormente, os idealizadores da socionatureza consideravam os ambientes úmidos como lugares patogênicos a serem domesticados pela transformação drástica. Porém, no Rio de Janeiro enquanto laboratório social dos interesses das elites estatais nacionais, isso se deu de forma mais gradual. Vimos que ao final da década de 1870 muitos cursos de rios foram desviados para valas de cultivo de agrião, símbolo da guerra municipal contra as águas indomadas. No ano seguinte à história de 1877, que abre este texto, a Câmara Municipal foi mobilizada pela Junta de Higiene para realizar uma legislação que proibia o cultivo de agrião nas freguesias mais centrais – Santa Rita, Santana, São José, Espírito Santo –, e nas freguesias suburbanas – Engenho Velho, São Cristóvão, Glória, Santo Antônio da Lagoa. As valas deveriam ser aterradas 30 dias após a publicação da lei, que se deu em 24 de outubro de 1878 (MORAES FILHO, 1894).

No entanto, a persistência da ruralidade suburbana driblava as autoridades locais. Em 1881, o fiscal da freguesia do Engenho Velho multou um arrendatário por ter feito uma represa no Rio Trapicheiros para “encher as grandes valas de agrião, tendo eu ao mesmo tempo mandado como determina as posturas, mandado ir desmanchar a dita represa” (OLIVEIRA, 1881, p. 31). Dias depois, o arrendatário construiu outra represa no mesmo rio, e na visita do fiscal, foi novamente autuado e requisitada a destruí-la (OLIVEIRA, 1881). De forma a coibir estas dificuldades dos fiscais de freguesia, os esforços da Junta Central de Higiene Pública foram articulados mais próximas à administração municipal carioca. Na elaboração do serviço das comissões vaccinico-sanitárias, a Junta atribuiu em 1883 uma série de vistorias às hortas

e valas de agrião junto a estábulos, plantios de capim – atividades recorrentemente localizadas nas margens fluviais (MACIEL, 1884).

Pouco tempo depois, a legislação de 22 de outubro de 1885 aumentava o prazo de 30 para 60 dias para o aterro das valas de agrião (MORAES FILHO, 1894). Difícil compreender os conflitos sociais urbanos e do jogo de poder das elites, que também estavam plantando agrião. Mas pela documentação, vemos que a quantidade das infrações documentadas no Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro aumentou por um curto período, assim como as autuações de agentes dotados de forte poder simbólico. Será que poderíamos interpretar como o jogo de poderes dos idealizadores da socionatureza frente aos tradicionais membros da elite estatal? Em outubro de 1886, na chácara do Comendador Antonio de Souza Ribeiro havia cinco represas para alimentar uma grande vala de agrião, possivelmente no Rio Joana ou Maracanã. Em vez de esperar o desmanche da represa e das valas, a Câmara Municipal agora disponibilizava turmas de trabalhadores para isso. A multa decorreu pelo cultivo de agrião e pelas represas, que também eram proibidas neste momento. No mês seguinte, na mesma chácara já havia duas grandes represas feitas por ordem do comendador, e encontrada outra grande represa em outra chácara do mesmo dono, na rua Haddock Lobo, com as águas do Rio Trapicheiros. O fiscal afirmava que elas estavam tão ocultas que só poderiam ser vistas por um acaso ou por denúncia, pois não era possível ver da rua. Novamente a turma da Câmara destrói as benfeitorias e o proprietário multado duas vezes (OFÍCIO, 1886).

A guerra dos idealizadores contra as águas indomadas seguiu seu curso além das valas de agrião e de outras lavouras suburbanas, mesmo que estas tenham persistido nas proximidades. As modificações fluviais tiveram destaque na Comissão Geral de Salubridade, criada em 1875, e da qual tinha quatro procedimentos:

- a) limpeza e conservação de rios e valas;
- b) aterro dos pântanos;
- c) contratar os serviços de limpeza urbana;
- d) limpeza e conservação do Canal do Mangue.

O primeiro serviço contemplava mais de 15km de rios e valas já no primeiro ano de atividade (CAPILÉ, 2018). A mobilização dos idealizadores pela homogeneização da paisagem fluvial torna-se mais drástica com a proposição, o planejamento e a execução das obras de canalização dos rios. Alguns totalmente canalizados, tornando-se rios subterrâneos como o Rio Carioca em 1906. Outros apenas com o seu curso retelinizado e concretizado, no entanto, visualmente perceptível, como os Rios Maracanã, Joana, Comprido, Berquó e outros ao longo nas primeiras décadas do século XX. Nos concentraremos no rio icônico que denomina o gentílico da cidade do Rio de Janeiro: o Rio Carioca.

Dos tempos remotos em que os tamoios habitavam duas aldeias na bacia do Rio Carioca, até três séculos depois da fundação da cidade do Rio

de Janeiro em 1565, os aglomerados humanos se valiam das águas deste rio (KURY, 2021). As distintas fases de crescimento populacional, primeiro com a promoção da cidade como capital do Vice-Reino do Brasil (1763), com a chegada da família real (1808), e depois como capital da nação independente (1822), trouxe nova demanda infraestrutural de captação de novos rios para o abastecimento urbano (CAPILÉ, 2018). As águas do Rio Carioca perseveraram em seu curso mesmo após o desvio para o Aqueduto da Carioca, no século XVIII. No século XIX, os bairros desta bacia (Cosme Velho, Laranjeiras e Largo do Machado) foram de interesse de brasileiros e estrangeiros para o estabelecimento de chácaras e quintas. A persistência da ruralidade suburbana na região também foi alvo de normas promovidas pela Câmara Municipal, aconselhada pela Junta de Higiene; assim como das transformações fluviais providenciadas pelos engenheiros e seus trabalhadores.

O curso d'água vivenciara no século XIX, junto a tantos outros, as transformações pontuais para desembaraçar os fluxos d'água obstruídos por pontes mal planejadas, edificações não autorizadas ou até mesmo o assoamento demasiado decorrente do desmatamento do alto curso do vale, fruto da agricultura cafeeira depredatória (ABREU, 1992). Na década de 1880, o poder simbólico de médicos já se efetivara junto à elite estatal, de maneira capilarizada e institucionalizada. Em janeiro de 1888, o Delegado de Higiene inspeciona o rio a pedido do Inspetor Geral de Higiene³, e indagou sobre melhoramentos como:

[...] remover as pedras e areias que nele existem, aprofundá-lo mais 2 metros, pelo menos, desde o lugar denominado Areal das Laranjeiras, até a ponte do Catete [...], demolir duas pequenas paredes que existem por baixo das pontes de Guanabara e Ipyranga, que represam as águas, embaraçando seu curso natural. Alargar o leito do rio desde a ponte da rua do Ipyranga até a do Catete, visto que nessa extensão existem lugares que apenas tem metro e tanto de largura, insuficiente para dar escoamento às águas nas ocasiões de grandes chuvas. [...] Finalmente para completar a obra será melhor canalizar todo o rio em sua extensão desde o lugar denominado “Águas Férreas” até a ponte do Catete não só para prevenir as inundações melhorando desse modo a sorte dos moradores desse arrabalde, como também para não continuar a servir de depósito de lixo e de outras imundícies (AZEVEDO, 1888, p. 81).

3 A partir do Decreto nº 9554 de 3 de fevereiro de 1886, a Junta Central de Higiene Pública foi dividida em duas Inspetorias Gerais, uma com serviços sanitários marítimos, a dos Portos, e outra dos serviços terrestres, a de Higiene. Embora não estivesse explicitado nas competências institucionais, os rios urbanos foram alvo de destaque para sua atuação, e os Delegados de Higiene eram os representantes legítimos para fiscalização e outras atividades.

Os médicos da Inspetoria de Higiene foram irredutíveis quanto à necessidade de canalizar o Rio Carioca. Em 1890, foi debatido a canalização com o fundo de concreto, porém sem a oclusão de sua abóboda, para facilitar a limpeza – conforme havia sido feito em parte do Rio Ceará, em Botafogo. No entanto, a canalização do Rio Carioca somente foi realizada no contexto das reformas urbanas organizada pelo Pereira Passos (1902-1906). Os engenheiros Eugênio de Andrade Dodsworth⁴ e Luiz Augusto de Azevedo assumiram a responsabilidade pela canalização que foi executado como uma galeria subterrânea. A obra de engenharia consolidou o longo processo de retilinização dos meandros do curso e de obliteração de suas margens, porém vivenciara resistência da siconatureza da topografia local. O início da obra, próximo à Praça José de Alencar, contemplava a o preparo do leito e a escavação para estruturas as paredes da galeria de cinco metros de vão. O primeiro obstáculo foi uma “rocha viva” de cerca de 110 metros que resultou em novo planejamento do traçado, do qual encontrou com um lençol d’água subterrâneo. O traçado final afetou a estrutura das casas e outras edificações marginais, que necessitou de novas despesas para reparar. Segundo o contrato, a obra deveria ser finalizada em abril de 1905, porém estes e outros problemas levou a uma negociação do prazo junto a Secretaria de Obras, da qual arguiu novas exigências: calçamento de pedra no leito onde não tiver a rocha, aberturas de ventilação de 100 em 100 metros, nos trechos não construídos (DODSWORTH, 1906).

O discurso dos idealizadores da siconatureza urbana carioca já estava bem consolidado por toda a sociedade urbana no início do século XX. Isso é facilmente perceptível nas petições e abaixo-assinados direcionados à Câmara Municipal, desde a segunda metade do século anterior. No caso da canalização do Rio Carioca, um grupo de moradores se articularam para a extensão das obras rio acima, até o Cosme Velho. No texto é mencionado “os inolvidáveis benefícios que tem trazido à higiene”, e argumentam em prol “da salubridade e embelezamento do bairro” que a ampliação irá evitar “um grande foco de espantosa criação de mosquitos, não só incômodos, como principalmente perniciosíssimos à saúde pública” (ABAIXO, 1905, s/p). Em outros requerimentos, a população local solicitava o uso particular do antigo leito do rio e da parte cima das galerias edificadas que iria levar as águas pluviais para o rio canalizado. Ao que parece, na maioria dos casos, eles foram atendidos, tendo somente a disponibilidade do acesso dos funcionários da prefeitura

4 A família Dodsworth era bem influente nos círculos das elites estatais, seu tio Jorge João era o Barão de Javari e foi político, da qual sua irmã foi casada com o Barão de Tefé. O neto de Jorge João e primo de segundo grau de Eugenio, o Henrique Toledo Dodsworth Filho, foi interventor do Rio de Janeiro (1937 a 1945), agraciado pelo André Gustavo Paulo de Frontin, que se casou com sua tia.

para limpar as referidas galerias. Vemos assim que o poder dos engenheiros e médicos junto ao Estado era negociado junto à população local, como, por exemplo, o uso do antigo leito do Rio Carioca, assim como era imposto a partir de normas e regras elaboradas pelos médicos. Neste início do século XX, não somente estas classes figuraram junto ao poder estatal e tomando decisões enquanto idealizadores da socionatureza, como também atuaram como o chefe do executivo municipal pelo engenheiro Francisco Pereira Passos.

O historiador André Azevedo (2013) aponta que a engenharia se aproxima do governo federal a partir do Clube de Engenharia desde o governo Prudente de Morais (1894-1898), e intensificando no de Campos Sales (1898-1902), culminando com as reformas urbanas na presidência de Rodrigues Alves (1902-1906). Assim, os engenheiros mais destacados socialmente haviam atuado tanto no Clube quanto na administração municipal, por exemplo: Pereira Passos havia sido vice-presidente do Clube, em 1881; Francisco Bicalho chefiou as obras do porto e era associado; e o caso mais saliente foi o de André Gustavo Paulo de Frontin, responsável pela direção das obras da Avenida Central, presidiu o Clube de 1903 a 1933 e foi prefeito da cidade entre fevereiro e julho de 1919 (AZEVEDO, 2013). Esta geração priorizava tanto a questão sanitária e higiênica na remodelação do centro urbano, quanto o embelezamento, tendo os corpos d'água uma presença constante em seus planejamentos, como o Canal do Mangue e rios urbanos.

A região do antigo manguezal de São Diogo foi planejada enquanto bairro da Cidade Nova ainda no Primeiro Reinado do Império, e passou por transformações constantes tendo em vista a expansão urbana de um bairro proletário e os interesses industriais de capitalistas como o Barão de Mauá. Foi com as reformas de 1902-1906 que a paisagem ganhou ares de modernidade, em prol da salubridade. O canal já se estendia por 1,1 km da Praça Onze até a desembocadura do antigo manguezal, e foi ampliado em mais 248 metros em curva com mais 1,2 km em linha reta até a nova linha de costa contínua à zona portuária. A aposta em conciliar a estética industrial junto à residencial e urbana, ofertando uma noção de natureza domesticada sob a égide do Progresso, se deu também por vias culturais, a partir da idealização da região em álbuns de fotografia oficiais, cartões-postais, suplemento de revistas etc. (CAPILÉ, 2022).

Evidente que idealizar uma socionatureza complexa com o viés de uma visão de túnel decorre em complicações perceptíveis pela população local. Um aspecto da prepotência peculiar aos tomadores de decisão sem uma visão ampla e holística, a idealização do Canal do Mangue, por exemplo, resulta ainda nos dias de hoje em problemas severos de inundação em dias de fortes chuvas. O volume das águas dos Rios Papa-Couve, Comprido, Trapicheiros,

Maracanã e Joana, que desembocam no canal, não condizem com a extensão em área e volume do canal. Especialmente, quando os meandros e várzeas foram desconsiderados como parte fundamental da dinâmica fluvial, em benefício da especulação imobiliária destas áreas aterradas. Afinal, como vimos na origem do Clube de Engenharia, estes idealizadores estavam diretamente associados aos interesses industriais e capitalistas. Esta lógica de lucro imediato com a terra só foi contornada nos projetos de expansão viária das décadas de 1930 e 1940. Assim, em vez dos edifícios sufocando os cursos d'água, o asfalto desempenhou este papel nos Rios Comprido (Avenida Paulo de Frontin), Trapicheiros (Rua Heitor Beltrão), Maracanã (Avenida de mesmo nome), e Joana (Avenida Maxwell).

Considerações finais

Os idealizadores da socionatureza urbana estiveram intensamente articulados ao Estado e às tomadas de decisões para transformar as paisagens fluviais. Num crescente domínio sobre os territórios hidrossociais, eles criaram normas e leis para controle social, assim como se valeram das tecnologias hidráulicas para a modificação dos corpos d'água para o metabolismo urbano de uma cidade burguesa. Enquanto grupo social, que certamente não se denominavam desta maneira, observamos que atuaram conjuntamente engenheiros e médicos dotados de elevado poder simbólico dentro e fora de suas áreas científicas. Assim, o discurso e a retórica científica adentraram não somente os espaços das elites urbanas, como também eles próprios foram sendo paulatinamente substituídos pela elite nova tecnocrata. A dinâmica de poder sobre o território se deu tanto pela coação das normas e da violência, como também pelo discurso, que foi incorporado pela sociedade civil, conforme pudemos ver nos requerimentos junto à Câmara Municipal.

Claramente, nem todos médicos e engenheiros são considerados como idealizadores, embora tenham atuado coletivamente na construção do conhecimento técnico-científico. É na relação com o poder estatal, numa performance não meritocrática de apadrinhamento, que elencamos os principais idealizadores, como Pereira Passos, Pereira Rego, Paulo de Frontin, e outros tantos que não foram mencionados, pelos limites de espaço em um texto. Outros personagens de nossa história como Oswaldo Cruz, Lauro Muller, Edson Passos, Saturnino de Brito, Henrique Dodsworth, sendo estes três últimos sócios beneméritos do Clube de Engenharia e figuras de destaque nas gestões municipais.

REFERÊNCIAS

Fontes primárias: jornais, ofícios, relatórios e outros documentos de época

ABAIXO Assinado. *Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro*. AGCRJ CI RCRJ 49.4.74, 06 de fevereiro de 1905.

AZEVEDO, João Pereira d'. Ofício do Delegado de Higiene ao dr. Barão de Ibituruna, João Batista dos Santos, Inspetor Geral da Inspetoria Geral de Higiene. *Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro*. AGCRJ CI RCRJ 49.4.75, 18 jan. 1888.

CLUB de Engenharia. *Revista de Engenharia*, Rio de Janeiro, jan. 1881. p. 18-15.

CRULS, Luis. *O clima do Rio de Janeiro: segundo as observações meteorológica feitas durante o período de 1851 a 1890*. Rio de Janeiro: H. Lombaerts & Comp., 1892.

DODSWORTH, Eugenio de Andrade. Pedido de Eugenio de Andrade Dods-worth, representando Luiz Augusto de Azevedo ao Prefeito do Distrito Federal. *Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro*. AGCRJ CI RCRJ 49.4.74, 12 fev. 1906.

GAZETA de Notícias [s/ autor e s/ título]. Rio de Janeiro, ano 3, n. 238, p. 2-28, ago. 1877.

MACIEL, Francisco Antunes. *Relatório do Ministério dos Negócios do Império do ano de 1883*. Rio de Janeiro: Typographia Nacional, 1884. p. 429.

MORAES FILHO, Alexandre José de Mello. *Código de Posturas: leis, decretos, editais e resoluções da Intendência Municipal do Distrito Federal*. Rio de Janeiro: Papelaria e Typographia Mont'Alverne, 1894.

OFÍCIO do Fiscal da Freguesia do Engenho Velho à Câmara Municipal. *Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro*. AGCRJ CI RCRJ 49.4.76, 9 nov. 1886.

OLIVEIRA, José Eloy. Ofício do fiscal interino da Freguesia do Engenho Velho, José Eloy de Oliveira, a Câmara Municipal. *Arquivo Geral da Cidade do Rio de Janeiro*. AGCRJ CI RCRJ 49.4.76, 6 out. 1881.

Fontes secundárias: livros, artigos e capítulos

ABREU, Maurício de (org.). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992

AZEVEDO, André Nunes de. A cura pela técnica: o Clube de Engenharia e a questão urbana na cidade do Rio de Janeiro na virada do século XIX ao XX. *Locus: Revista de História, Juiz de Fora*, v. 19, n. 2, p. 273-292, 2013.

AZEVEDO, André Nunes de. Um esboço biográfico de Francisco Pereira Passos. O progresso sob a égide da civilização. *Intellèctus*, v. 8, n. 2, 2009.

BENCHIMOL, Jaime. *Pereira Passos: um Haussmann tropical: a renovação urbana da cidade do Rio de Janeiro no início do século XX*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992

BOELEN, Rutgerd *et al.* Hydrosocial territories: a political ecology perspective. *Water International*, v. 41, n. 1, p. 1-14, 2016.

BOURDIEU, Pierre. *O poder simbólico*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2009.

CAPILÉ, Bruno. A homogeneização dos espaços fluviais-urbanos cariocas no século XIX. X ENCONTRO NACIONAL DA ANPPAS, 2021. Campinas. *Anais [...]*. Campinas-SP: Unicamp, 2021.

CAPILÉ, Bruno. Direitos ou privilégios? Os embates nos usos dos rios nas serras do Rio de Janeiro no Segundo Reinado. In: SONKAJARVI, Hanna; VITAL, André Vasquez (org.). *A água no Brasil: conflitos//atores// práticas*. São Paulo: Alameda, 2019.

CAPILÉ, Bruno. *Os muitos rios do Rio de Janeiro: transformações e interações entre dinâmicas sociais e sistemas fluviais na cidade do Rio de Janeiro (1850-1889)*. Tese (Doutorado em História Social) – Universidade do Rio de Janeiro (PPGHIS/UFRJ), 2018.

CAPILÉ, Bruno. Os rios e a expansão urbana nos manguezais do Rio de Janeiro (1808-1946). In: KETTLE, Wesley; BARBOSA, Estevão (org.). *História pelos rios do Brasil*. Rio de Janeiro, 2022. No prelo.

CAPILÉ, Bruno. Racionalização e CONTROLE DA NATUREZA: o crescimento do poder infraestrutural e a geração do conhecimento cartográfico sobre o território no Segundo Reinado. *Revista Cantareira*, n. 22, 2015.

CARVALHO, José Murilo de. *A construção da Ordem: a elite política. Teatro das Sombras: a política imperial*. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 2010.

CHALHOUB, Sidney. *Cidade Febril: cortiços e epidemias na Corte imperial*. São Paulo, Cia da Letras, 1996.

CORREA, Armando Magalhães. *O sertão carioca*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1936.

EDLER, Flávio Coelho. A natureza contra o hábito: a ciência médica no império. *Revista Acervo*, Rio de Janeiro, v. 22, n. 1, p. 153-166, jan./jun. 2009.

FERREIRA, Luiz Otávio. João Vicente Torres Homem: descrição da carreira médica no século XIX. *PHYSIS – Revista de Saúde Coletiva*, v. 4, n. 1, p. 57-77, 1994.

FERREIRA, Luiz Otávio. *Os politécnicos: ciência e reorganização social segundo o pensamento positivista da Escola Politécnica do Rio de Janeiro (1862-1922)*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

FOUCAULT, Michel. O nascimento da medicina social. In: FOUCAULT, Michel. *Microfísica do poder*. Organização e tradução de Roberto Machado. Rio de Janeiro: Edições Graal, 1979.

HARAWAY, Donna. *When species meet*. Minneapolis: University of Minnesota Press, 2008.

HARVEY, David. O direito à cidade. *Lutas Sociais*, São Paulo, n. 29, p. 73-89, jul./dez. 2012.

KURY, Lorelai. Antigas águas do Rio de Janeiro. *In*: KURY, Lorelai; CAPILÉ, Bruno; SEDREZ, Lise; MOTTA, Marcelo. *Os rios do Rio*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Studio, 2021. p. 14-70.

LIVINGSTONE, David N. *Putting Science in its place: geographies of scientific knowledge*. Chicago: The University of Chicago Press, 2003.

MANN, Michael. “O poder autônomo do Estado: Suas origens, mecanismos e resultados”. *In*: HALL, John A. (org.). *Os Estados na História*. Rio de Janeiro: Imago editora, 1992. p. 163-204.

MARX, Karl. *Capital: a critique of political economy*. Londres: Penguin Books, 1976. v. I.

MELOSI, Martin. *The Sanitary City: environmental services in urban America from colonial times to the present*. Abridged edition. Pittsburgh: University of Pittsburgh Press, 2008.

RAJ, Kapil. Circulação não é fluidez. Entrevista realizada por Matheus Alves Duarte Silva. *Boletim Eletrônico da Sociedade Brasileira de História da Ciência*, v. 3, p. 2, 2016. Disponível em: http://www.sbhc.org.br/conteudo/view?ID_CONTEUDO=944

SANTOS, Felipe Martins dos. *Trocas políticas entre “amigos” e prestígio de Paulo de Frontin na Primeira República (1896-1911)*. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (PPHR/UFRRJ), 2017.

SCHWARTZMAN, Simon. *Um espaço para ciência: a formação da comunidade científica no Brasil*. Brasília: Ministério da Ciência e da Tecnologia, 2001.

SCOTT, James. *Seeing like a state: how certain schemes to improve the human condition have failed*. New Haven: London: Yale University Press, 1998.

SEDREZ, Lise; CAPILÉ, Bruno. Os modernos rios cariocas. *In*: KURY, Lorelai; CAPILÉ, Bruno; SEDREZ, Lise; MOTTA, Marcelo. *Os rios do Rio*. Rio de Janeiro: Andrea Jakobsson Studio, 2021. p. 72-129.

SENNETT, Richard. *Carne e Pedra: o corpo e a cidade na civilização ocidental*. São Paulo: Ed. Record, 2003.

SHIVA, Vandana. *Monoculturas da mente: perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia*. São Paulo: Gaia, 2003.

SOUZA, Marcelo Lopes. *Os conceitos fundamentais da pesquisa socioespacial. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018. p. 77-110.*

SWYNGEDOUW, Erik. A cidade como um híbrido: natureza, sociedade e “urbanização-cyborg”. In: ACSELRAD, Henri (org.). *A duração das cidades: sustentabilidade e risco nas políticas urbanas*. Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2001.

SWYNGEDOUW, Erik. Metabolic urbanization: the making of cyborg cities. In: HEYNEN, Nikolas; KAIKA, Maria; SWYNGEDOUW, Erik (ed.). *In the nature of cities: urban political ecology and the politics of urban metabolismo*. New York: Routledge Press, 2006.

WHITE, Richard. *The Organic Machine: the remaking of the Columbia River*. New York: Hill and Wang, 1996.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

HIDROGEOGRAFIA HISTÓRICA DO SISTEMA DE CANAIS DE SANTA CRUZ, RIO DE JANEIRO/RJ: Geografia Híbrida e/ou Geografia Ambiental?

José Renato Soares Pimenta

Introdução

A Hidrogeografia, subárea da ciência geográfica que analisa questões relacionadas à água no espaço geográfico, de maneira bastante ampla, desde como a água como fator natural está distribuída desigualmente no espaço, até como os impactos ambientais causados pela urbanização interferem no escoamento superficial da água causando enchentes e inundações, por exemplo, apresenta-se ontologicamente e epistemologicamente como área de estudo na qual a famigerada dicotomia entre a Geografia Física e Geografia Humana não toma vulto, posto que a água, elemento natural, é condição *sine qua non* de qualquer ocupação humana produtora de elementos culturais.

Nesta compilação de produções sobre rios urbanos, da qual este capítulo toma parte, faz-se propícia tal colocação sobre como a Hidrogeografia se posiciona no espectro do pensamento geográfico, pois toda elucubração a respeito deste tema torna-se oportunidade para reforçar o caráter indissociável da Geografia e para militar contra a entropia do conhecimento causada pela abordagem científica moderna, estanque e particionada. Tal preocupação sempre está presente em meus escritos.

Esta preocupação com a Hidrogeografia surge ainda na Graduação, pois com o aporte teórico-metodológico oferecido no curso de Geografia da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, fez aguçar o olhar geográfico, sobretudo sobre o espaço vivido desde a infância, no bairro carioca de Santa Cruz, no extremo oeste da capital fluminense, na paisagem do qual salta à vista na paisagem as implicações do fator água na organização espacial, através do imbricado sistema de canais presentes desde o período colonial. Tal curiosidade culminou na monografia de graduação sobre a Hidrogeografia Histórica do bairro e os artigos dela desmembrados.

Contudo, em leituras recentes feitas em virtude do processo seletivo de entrada no curso de doutorado da Universidade Federal do Rio de Janeiro,

sobre Geografia Híbrida, que convergiram com leituras do período de mestrado na já citada UERJ, sobre Epistemologia Ambiental e Geografia Ambiental, tal assunto voltou à tona: como entrecruzamento entre Geografia Histórica e Hidrogeografia colabora nestas discussões?

O objetivo principal deste capítulo é relacionar as discussões epistemológicas acerca de uma Geografia unificada, convencionalmente chamada de Geografia Híbrida, pela vertente da Geografia Humana, e de Geografia Ambiental, pela vertente da Geografia Física, com a produção de uma Hidrogeografia Histórica, tendo como recorte espacial o bairro carioca de Santa Cruz e seu sistema de canais quatrocentenário. Geografia Híbrida e Geografia Ambiental são similares? Não? Quais são as diferenças? E as similitudes?

Em busca de lograr algum êxito em tal intento, os objetivos secundários estão organizados em apresentar e comparar algumas contribuições de diversos autores sobre Geografia Híbrida e Geografia Ambiental; posicionar o entrecruzamento da Hidrogeografia e da Geografia Histórica neste contexto, ao utilizar o método geo-histórico de cortes transversais sucessivos da paisagem (método cross-section) para produzir, mesmo que incipientemente, uma Hidrogeografia Histórica de Santa Cruz; descrever brevemente o sistema de canais santa-cruzense e, por fim, aplicar o método supracitado em tal recorte.

Método de Geografia Histórica adaptado à análise ambiental através da paisagem: Geografia Híbrida e/ou Geografia Ambiental?

Dada a brevidade inerente a escrita de um capítulo frente à vastidão deste tema, não se buscará aqui responder à questão suscitada no título, mas sim aprofundar epistemologicamente este questionamento. Para tal, segue um breve panorama acerca do que seria a Geografia Híbrida e, posteriormente, a Geografia Ambiental, buscando ao final um cruzamento comparativo entre ambas.

Geografia Híbrida

Podemos definir a Geografia Híbrida como “uma abordagem da geografia que se baseia na Teoria do Ator-Rede para insistir na mistura em rede de elementos humanos e não humanos na criação de mundos” (CRESSWELL, 2013, p. 278). Já a Teoria do Ator-rede é “um conjunto de ideias [...] que explica a forma como a agência é produzida por meio das inter-relações entre as coisas em redes” (CRESSWELL, 2013, p. 275), isto é, uma abordagem sobre como os agentes espaciais são ontologicamente planos e reticulados, e entre tais agentes não há hierarquia entre coisas (humanas e não humanas).

Tal visão alternativa do espaço não deve, ao abandonar a narrativa modernista, substituir simplesmente a singularidade de uma história única, geralmente hegemônica, reacionária e excludente, por uma não história oriunda de uma visão que privilegia uma pretensa instantaneidade de interconexões, mas sim “substituir a história única por muitas” (MASSEY, 2005, p. 36), compreendendo o espaço “como a esfera da possibilidade da existência da multiplicidade, no sentido da pluralidade contemporânea” (p. 29), estando o espaço sempre em construção, “precisamente porque o espaço, nesta interpretação, é produto de relações entre, relações que estão, ele está sempre no processo de fazer-se” (p. 29). Percebe-se então que a Geografia Híbrida, antes de tudo, é uma Geografia Relacional, de viés pós-estruturalista.

Um traço marcante da Geografia Relacional é seu caráter essencialmente topológico, o qual fica claro através da diferenciação entre “topografia” e topologia” feita por Cresswell, segundo o qual “enquanto a topografia se refere à forma distinta do terreno e é frequentemente usada para denotar um lugar distinto, a topologia se refere à conexão das coisas” (2013, p. 218).

Castree (2011), assim como Cresswell (2013), ressalta a contribuição de Whatmore na consolidação conceitual da Geografia Híbrida. Castree afirma que Whatmore se inspira na Teoria Ator-rede para evitar o binarismo natureza-sociedade, mostrando que o mundo “não pode ser dividido em duas zonas ontológicas qualitativamente distintas, embora ‘conectadas’ na prática” (2011, p. 191). A autora demonstra “a necessidade de uma ética menos certa, mais aberta e ‘generosa’ que esteja viva para a vitalidade do mundo e menos ansiosa para julgar o que é mais importante” (p. 192).

Sobre essa ética mais aberta e generosa, destaca-se a concepção de lugar na Geografia Relacional. Em contraste à concepção humanística de lugar, na qual este conceito se define como um recorte local com arranjo espacial único pelo qual as pessoas que o vivenciam criam laços de reconhecimento e pertencimento, Cresswell afirma que “na década de 1990, quando o pós-estruturalismo começou a influenciar a geografia, o foco no lugar começou a mudar e os geógrafos começaram a levar a sério as noções de poder, exclusão e diferença” (2013, p. 220), por meio das quais fica latente o caráter excludente e reacionário, do conceito humanístico de lugar, trazendo a contribuição de Sibley, geógrafa cujo trabalho demonstra que o lugar é parte do processo pelo qual os “de dentro” (pertencentes) são diferenciados dos “de fora” (não pertencentes).

Também emerge da Geografia Relacional uma discussão bastante complexa sobre a noção de escala, apoiada inclusive no senso comum, de que há hierarquia entre o global (mais importante) e local (menos importante). Ideia esta classificada como alienante, pois passa a impressão de que práticas espaciais (SOUZA, 2018), implementadas na esfera local, não são capazes de influenciar fenômenos globais, restando à população localizada se acostumar com os efeitos

dos processos globais sobre suas vidas. Ao contrário, o próprio Souza (2018) lista uma série de práticas espaciais autônomas de resistência ao poder hegemônico globalizatório, n'Os conceitos fundamentais da Pesquisa Socioespacial.

Sobre o problema epistemológico do conceito de escala, a bibliografia invoca Castro (2014, p. 90), autora a qual afirma que “todo fenômeno tem uma dimensão de ocorrência, de observação e de análise considerada mais apropriada, mas a escala é também uma medida, não necessariamente do fenômeno, mas aquela escolhida para melhor observá-lo”. A autora assera então que, para utilizar-se a escala como recurso metodológico, é necessário atentar-se para oito pontos de partida, os quais serão citados três: “escala não existe, o que existe é o fenômeno; [...] não há hierarquias entre escalas [...]; a microescala não é menos complexa do que a macroescala” (p. 92).

Percebe-se a influência do pós-estruturalismo nas colocações de Castro, sobretudo quando a autora afirma que a pertinência das relações também é definida “pela pertinência da medida na sua relação com o seu espaço de referência”, pois segundo Castro, “este é um problema fundamental na busca de compreensão da articulação de fenômenos em diferentes escalas, na medida em que os fatos sociais são necessariamente relacionais” (CASTRO, 1995, *apud* CASTRO, 2014, p. 92).

Geografia Ambiental

É importante frisar que, ao contrário do senso comum, que ainda influenciado pela concepção fragmentária da ciência moderna positivista, reconhece o termo ambiente (ou meio ambiente, não entraremos aqui na discussão do quão redundante é este termo) como sinônimo de natureza, a ciência geográfica aplica o conceito de ambiente como a conjunção espacial da natureza com a sociedade desde os anos de 1970.

Assim, a definição da Geografia Ambiental, como corrente do pensamento geográfico, seria a de que a Geografia é ontologicamente dual, sendo a natureza e a sociedade indissociáveis. Logo, a

[...] abordagem geográfica do ambiente transcende à desgastada [...] dicotomia geografia física versus geografia humana, pois concebe a unidade do conhecimento geográfico como resultante da interação entre os diferentes elementos [...] que compõem seu objeto de estudo (MENDONÇA, 2001, p. 115).

Ressalta-se o fato de que o autor supracitado, no esforço de enfatizar a presença da sociedade no conceito de ambiente, denomina a Geografia Ambiental como Geografia “Socioambiental”. Mesmo sendo nítida a boa intenção, tal nomenclatura volta a separar etimologicamente sociedade e natureza no contexto ambiental, portanto não será utilizada.

A dicotomia física-humana, combatida pela Geografia Ambiental, é parte do problema classificado por Leff (2010) como não conhecimento do conhecimento científico, ou, de forma mais ampla na ciência em geral, a entropia do conhecimento, isto é, toda perda de conhecimento que a fragmentação reducionista da ciência moderna positivista causou, gerou perdas na produção do conhecimento científico, que culminaram numa metarrealidade que, ao ser utilizada como base para organização do espaço geográfico, causa sucessivos erros que desembocaram na atual degradação ambiental.

Nem sempre a concepção de ambiente na Geografia foi esta. A primeira tentativa de se produzir uma geografia de cunho ambientalista foi de Elisée Reclus (MENDONÇA, 2014, p. 27), ainda no final do séc. XIX, o qual almejou integrar a dimensão natural e social, conjuntamente à perspectiva radical do anarquismo.

Em sequência cronológica, porém completamente desconectado do trabalho de Reclus, vem Jean Brunhes, já no início do séc. XX, cuja obra foi também uma tentativa sistemática de recuperação ontológica e epistemológica da Geografia sob uma perspectiva integrada. Brunhes concebe os fenômenos espaciais e suas múltiplas relações como produtos da tensão contrária entre a desordem termodinâmica do Sol e pela ordem dinâmico-gravitacional da Terra. O arranjo do espaço é tomado como o dado propriamente de feição geográfica do todo processual (MOREIRA, 2012), sempre num devir de realocização constante das casas, caminhos, cidades, indústrias, manchas agropastoris e vias de circulação etc. Como nos diz Tucci (1993), que a questão da água é apenas uma lógica de realocação no espaço, o sistema de canais de Santa Cruz nada mais é do que um esforço hidrotécnico de realocização constante da água causada pelas características geomorfológicas do local, cujo relevo aplainado não oferece divisores de águas eficientes.

Soma-se a produção de Max Sorre, o qual Moreira (2012) constata que adicionou à sistemática de Brunhes a sintaxe da complexidade. Sorre conseguiu apreender epistemologicamente o acúmulo sucessivo de sobreposições da relação sociedade-espaço-natureza entremeada pelos avanços da técnica e pelas respostas do ambiente. Sorre consegue conferir ao ambiente a perseguida indissociabilidade homem-natureza, da qual podem emergir impactos positivos e negativos e cujo encaixe de integralidade ele vê ameaçado pelo modo de planetarização fragmentário de sociabilidade que com a fase urbano-industrial está se dando, não mais em regiões somente, mas em redes geográficas, moldadas pelo processo de globalização do capitalismo.

A Geografia começa a moldar-se epistemologicamente para lidar como essa nova característica espacial, de aceleração dos processos espaciais em diversos aspectos, geralmente associada à atuação antrópica, pelo campo da Geomorfologia, com o aporte conceitual e metodológico da Teoria Geral dos

Sistemas, através dos trabalhos de expoentes como Richard Chorley, Jean Tricart, Viktor Sochava e George Bertrand.

A perspectiva da análise integrada do sistema ambiental tornou-se marcante na obra de Tricart, surgindo de modo explícito ao considerar a Terra como planeta vivo, e de maneira mais sistematizada em sua obra *Ecodinâmica*. Do outro lado do contexto histórico da Guerra Fria, colocam-se as escolas de Geografia da Europa Oriental, sobretudo, a Escola Russa, na qual avançou muito mais a vertente da Geografia Física, como ciência natural desvinculada das relações sociais. Deste panorama emergiu o trabalho de Sochava. Este geógrafo russo introduziu o termo *geossistema* na literatura soviética com a preocupação de estabelecer uma tipologia aplicável aos fenômenos geográficos, enfocando aspectos naturais numa entidade espacial em substituição aos aspectos da dinâmica biológica dos ecossistemas (CHRISTOFOLETTI, 1999).

Georges Bertrand, nos anos de 1960, otimiza o conceito de Sochava e dá à unidade geossistêmica conotação mais precisa, estabelecendo uma tipologia espaço-temporal compatível com a escala socioeconômica, enfocando os fatores biogeográficos e socioeconômicos. Bertrand objetivou integrar paisagem natural e antrópica no conceito de *paisagem total*. Ele minimiza o caráter excessivamente naturalista e quantitativo apontado pela escola russa e considera o geossistema como sendo uma categoria espacial cuja estrutura e dinâmica resultam da interação entre o “potencial ecológico”, a “exploração biológica” e a “ação antrópica” (FERREIRA, 2010).

Essa evolução do tratamento do ambiente na ciência geográfica desemboca no trabalho conjunto do geógrafo cubano José Manuel Mateo Rodriguez e do geógrafo brasileiro Edson Vicente da Silva, denominado *Geoecologia das Paisagens* (2007), aplicável a estudos de fenômenos geográficos concernentes com o momento atual, o qual os próprios autores chamam de Paradigma Ambiental, no qual os elementos naturais e humanos e suas relações são indissociáveis, pelo prisma sistêmico.

A abordagem sistêmica em Geografia, na qual se insere o conceito de geossistema, foi amplamente criticada, como Paulo César da Costa Gomes (1996), que classifica como alienante a abordagem sistêmica no que tange à luta de classes. Para Gomes (1996, p. 268), o elemento mais sedutor da concepção sistêmica é a possibilidade de prever ou de antecipar fatos através de conhecimento científico. Todavia, essa pretensão se torna impossível ao assumirmos que as ações humanas, individuais e sociais, nem sempre atendem a princípios lógicos ou estão correlacionados a leis de qualquer natureza.

Como diz Leff (2010, p. 17), o desejo e o poder não seguem lei ecológica. Logo, elencar o comportamento social como elemento representativo da ação antrópica no funcionamento sistêmico do espaço, “como princípio de análise é uma falsa ideia, pois generaliza a racionalidade independente dos contextos históricos e das particularidades das classes sociais, criando uma noção abstrata da realidade” (NASCIMENTO; SAMPAIO, 2005).

Mesmo sendo levadas em consideração as críticas acima apresentadas no que concerne à utilização da abordagem sistêmica em Geografia, bem como sua validade epistemológica, não podemos desprezar o valor desse aporte teórico e metodológico em nossa ciência. Considerando o atual momento da Geografia, pautada no paradigma da ultramodernidade, de tendência pluralista (MOREIRA, 2011), a abordagem sistêmica, intimamente ligada à vertente ambiental da Geografia, seria apenas uma dessas tendências, estando justa-posta a todas as outras anteriormente citadas, de tendências neokantistas e neopositivistas, bem como a outras, tais como: a Fenomenologia, como as geografias humanística, cultural e da percepção.

Onde a Geografia Híbrida e a Geografia Ambiental se encontram

As discussões praxiológicas acerca de uma Geografia Híbrida ressaltam que não é mais possível produzir dissociadamente Geografia Física e Geografia Humana, já que as contradições desse cisma estão cada vez mais evidentes, através do grau de interferência multiescalar que a ação humana tem sobre a Natureza, desde o nível molecular até a totalidade do sistema terrestre, de maneira não linear e rizomática. Contudo, o que se advoga, no âmbito de uma Geografia Ambiental, é que a ciência geográfica é ontologicamente unificada, devendo buscar reforçar teleologicamente tal unidade.

Geografia Híbrida e Geografia Ambiental se encontram no conceito geográfico de rede, ficando isso claro, por exemplo, na Teoria do Ator-rede como base da Geografia Híbrida e de sua explicação de como a totalidade da relação sociedade-natureza no ambiente se dá no espaço geográfico, e no percurso epistemológico da Geografia Ambiental, desde Brunhes até a perspectiva sistêmica do ambiente, que utilizam o conceito de rede para superar a organização do espaço em regiões e mostrando como tal fato é sintomático do arranjo espacial do meio técnico-científico informacional relacionado à globalização. Sobre isso, Vitte nos diz que:

A globalização, essa compressão espaço-temporal que é uma mudança no espaço e no tempo (HARVEY, 1992), é além de uma complexização social, também ambiental, que está a nos obrigar uma análise nos conceitos e definições. Surge a síndrome da Ciência Ambiental para

engolir a geografia física, mas dizemos que desde Humboldt fazemos ciência ambiental, mas não nos apegamos ao fato que a raridade e a interconectividade dos mundos, está recriando uma nova superfície da Terra, onde a natureza é rara, o que exige um esforço filosófico, epistêmico e metodológico para a sobrevivência da Ciência Geográfica (VITTE, 2011, p. 21).

Dada a multiescalaridade do funcionamento sistêmico ambiental que configura a relação sociedade-natureza, este esforço busca demonstrar, em escala local, do bairro, do espaço vivido, um exemplo que resgata a teleologia dos estudos geográficos numa “relação metabólica entre a história da natureza e a história dos homens” (VITTE, 2011, p. 23), ao aplicar o método geo-histórico *cross-section* para produzir uma análise da Hidrogeografia histórica do bairro carioca de Santa Cruz, cuja ocupação econômica do espaço só foi possível graças à construção de um sistema de canais que deu vazão às inundações.

Os questionamentos ora levantados pela Geografia Híbrida (transgênicos, composição dos solos...) podem ser extrapolados para outras escalas de intervenção humana na natureza, sempre retornando ao conceito de meio ambiente. Daí o encontro ontológico entre Geografia Híbrida e Geografia Ambiental. “Podemos e devemos realizar estudos de erosão dos solos. Mas já pensaram em realizar uma relação entre a erosão e a geografia econômica, no sentido de produzir uma economia política da erosão dos solos?” (VITTE, 2011, p. 21). Nesse sentido, uma Hidrogeografia Histórica se mostra híbrida e ambiental, posto que faz uma abordagem espacial ambiental através do conceito de paisagem, sem fazer dissociação entre sociedade e natureza, pois parte de um estudo realocação de um elemento natural no espaço feita por elementos culturais implantados pelo ser humano na dinâmica paisagística, empregando um método de Geografia Humana num estudo que aborda o ambiente integrado.

Uma Geografia que se pretende unificada, deve explicitar tal unidade ontológica, inclusive entre estas duas correntes. Seguimos então neste esforço, destrinchando um pouco mais a utilização do método geo-histórico na Hidrogeografia.

Geo-história, Geografia Histórica, Hidrogeografia Histórica

Santos (2006, p. 30) afirma que o tratamento da questão do tempo nos estudos geográficos não é mais um tabu, mas testemunha, ainda, uma certa frouxidão conceitual. Acerca deste fato, Silva (*apud* BEZERRA, 2007) busca delimitar o problema central que a geografia histórica tem por objetivo resolver, que é o da delimitação temporal e espacial do fenômeno estudado,

questionamento este abordado por Fernand Braudel ao destacar os três níveis de temporalidade, na obra “História e Ciências Sociais”, sendo o primeiro nível o tempo de curta duração, de uma história dos acontecimentos, episódica, que situa os indivíduos num dado contexto espaço-temporal, isto é num certo momento e contexto socioespacial; o segundo nível seria o de média duração, social ou conjuntural, dos ciclos econômicos, das gerações, mas ainda fugazes se considerada toda a História; o terceiro e último nível é o de longa duração, estrutural ou geográfico (GUARINELLO, 2004 *apud* PIRES, 2008, p. 12), também chamado de temporalidades lentas, que estruturam a história das civilizações, indo até à escala geológica dos acontecimentos.

A grande evolução causada por Braudel nas ciências sociais, inclusive a Geografia, foi identificar e analisar a História lenta, pouco perceptível aos olhos do indivíduo e seu tempo de vida fugaz. A esse tempo longo ele denominou Geo-história, compreendendo a continuidade espacial entre o presente e o passado mais longínquo. Nota-se o princípio da espacialidade diferencial em Braudel, isto é, o arranjo dos aspectos naturais, culturais, sociais e econômicos passados e atuais que se entrecruzam na paisagem de determinado recorte e gera uma configuração espacial específica e complexa. Este é o paradigma geo-histórico, pois a geo-história seria a própria “ciência geográfica das sociedades históricas organizadas sobre o espaço natural” (MUÑOZ; LLORET *apud* SECCO, 2008, p. 8).

As escolas do pensamento geográfico predominantes na primeira metade do século XX, a Geografia Regional na França e a Geografia Cultural anglo-saxã, abordavam fatos históricos, porém somente com o intuito de esclarecer o presente. Paralelamente, havia o desenvolvimento de uma Geografia Histórica nos Estados Unidos e no Reino Unido, baseada na pesquisa e análise de processos socioespaciais pretéritos, inferidos a partir de formas e estruturas. William Norton (1984) analisa a distinção entre a Geografia Histórica e a História. Segundo o autor, na Geografia Histórica não há divisão lógica entre passado e presente, pois como disciplina geográfica, ocupa-se do espaço, e no espaço passado e presente se encontram e se condicionam.

A semente da evolução dos estudos geográficos do tempo no espaço na Geografia anglo-saxã está na Geografia Cultural saueriana de Berkeley, e sobre isso Silva nos diz que

O conceito de cultura é utilizado nos estudos que privilegiam as mudanças no tempo. Na Geografia, os trabalhos pioneiros de Sauer lançaram as bases para o desenvolvimento de estudos de paisagem através da ênfase na cultura enquanto agente da mudança da paisagem natural para a paisagem cultural. Ele trouxe para a geografia o conceito de cultura, tradicionalmente utilizado por antropólogos e etnógrafos, aproximando a geografia

da antropologia, dando ao passado histórico uma dinâmica ao focalizar os estudos das mudanças. Tal enfoque, por sua vez, influenciou Darby, na Inglaterra, a construir o método do corte temporal transversal sucessivo, que passou a ser empregado e aperfeiçoado nos estudos de geografia histórica no mundo todo (SILVA *apud* BEZERRA, 2007).

William Norton (1984) em seu “Historical Analysis In Geography”, de 1984, classifica em três os eixos de estudo em Geografia Histórica: o passado no presente, que aplica o método de retroação para reconstituir o passado através dos vestígios encontrados no presente, podendo-se explorar as diferentes leituras e significados da paisagem; os estudos do passado, nos quais se ressalta a importância do método de corte transversal (cross-section), desenvolvido por Clifford Darby, que se trata do estudo do espaço em sua forma, estrutura e função, num dado recorte temporal cristalizado, auxiliando a pesquisa geográfica em registros históricos e possibilitando a análise de vários cortes de uma mesma paisagem e da evolução da paisagem num certo recorte espacial, para dar enfoque à dinâmica da paisagem (ERTHAL, 2003); e as transformações no tempo, eixo no qual se associou o método de Darby ao método narrativo, nos trabalhos do geógrafo japonês Kenjiro Fujioka, o qual elaborou o corte transversal denso da paisagem que, segundo Kinda (1997), permitia abarcar uma maior cadeia de evidências no estudo das mudanças do tempo no espaço (ERTHAL, 2003 p. 33). Este enfoque valoriza principalmente a cultura como agente modelador e transformador da paisagem.

Demonstrou-se até aqui a capacidade da Geografia Histórica em subsidiar a pesquisa geográfica em registros históricos documentados e expressos na paisagem. No presente esforço, a Geografia Histórica é utilizada no objetivo de “entender como os seres humanos foram afetados pelo ambiente natural e inversamente como eles afetaram esse ambiente e com que resultados” (WORSTER, 1991). Neste caso, como a necessidade de realocação da água no espaço condicionou a ocupação humana no seu esforço de estruturação do espaço geográfico em Santa Cruz, modificando esta paisagem ao longo do tempo, transformando o risco hídrico em recurso ao dotar este espaço com objetos hidrotécnicos capazes de tal feito, como canais, pontes, diques e represas. Para tal, serão empregados os conceitos de Geo-história de Braudel e o método do corte transversal sucessivo da paisagem proposto por Darby, que será aplicado mediante registros históricos sobre o bairro carioca de Santa Cruz em três temporalidades: durante a ocupação jesuítica da área, nos sécs. XVII e XVIII; durante o período real e imperial, nos sécs. XVIII e XIX; e durante o período da República Velha e da era Vargas, na primeira metade do séc. XX. Mas antes será feita uma breve apresentação do recorte espacial em questão.

O sistema de canais do bairro de Santa Cruz: breve apresentação

O sistema de canais de Santa Cruz, referente ao bairro, no sentido *stricto*, e referente às terras da antiga Fazenda jesuítica, real, imperial e nacional, no sentido *lato* desta referência de localização, é um conjunto de corpos hídricos artificializados e artificiais escavados durante o período jesuítico, sobretudo, na primeira metade do século XVIII, projetado e executado para drenar a planície da baixada cujas águas continentais desaguardam na Baía de Sepetiba, cuja bacia “apresenta área total de 2.654 km², sendo que 491 km² encontra-se no território do Município, correspondendo a 40,25% da área total” (RIO-ÁGUAS, 2020, p. 18).

Pode-se citar como os principais corpos hídricos do sistema o Canal de São Francisco, o qual recebe a vazão do Rio Guandu, o Canal da Guarda, que serve como limite entre os municípios do Rio de Janeiro e de Itaguaí, o Canal de São Fernando, o Canal do Guandu e o Canal do Itá, “além de grande número de valas transversais de drenagem e irrigação” (GOES, 1942, p. 10).

Figura 1 – Imagem de satélite do sistema de canais de Santa Cruz (no destaque o baixo curso dos canais, desaguardando na Baía de Sepetiba)



Fonte: Disponível em: <https://www.google.com/maps/@-22.9272893-43.7300853,10942m/data=!3m1!1e3>. Acesso em: 7 mar. 2022.

Para Chow (1959, p. 19), canais artificiais são aqueles constituídos ou desenvolvidos pelo esforço humano, dentre os quais podem ser tipificados como canais de navegação, canais de energia, canais e calhas de irrigação, valas de drenagem, vertedouros de calhas, vias de inundações, calhas de beira de estrada etc. No sistema de canais de Santa Cruz, que foi desenvolvido com a função principal de drenagem, sem a qual converte-se num campo pantanoso, várias outras funções são desempenhadas, como a navegação e a irrigação, classificando os canais de Santa Cruz como multifuncionais, não

só no contexto de canais derivados multifuncionais (SILVA, 2018, p. 85), isto é, canais artificiais derivados de um corpo hídrico natural, mas também de canais naturais artificializados e canais artificiais.

A configuração da bacia hidrográfica do Guandu sofreu considerável alteração em sua dinâmica na década de 1950, com a transposição de águas do Rio Paraíba do Sul para o Ribeirão das Lajes, o qual se tornou o principal formador da vazão da bacia, que passou a ser majoritariamente constituída pela descarga do ribeirão a qual é regulada pela UHE (Usina Hidrelétrica) Pereira Passos (SEMADS, 2001, p. 21).

Em período posterior, entre 1955 e 1965, foram realizadas em três etapas a construção de outro regulador de vazão desta bacia, a Estação de Tratamento de Água do Guandu, em Nova Iguaçu/RJ, que somadas às obras de expansão nas décadas de 1970 e 1980, transformaram a ETA do Guandu na maior da América Latina (CEDAE, s.d., p. 5).

O curso do Rio Guandu percorre 9 km, à jusante da estação de Tratamento, até encontrar o Canal de São Francisco, o qual margeia áreas urbanas, de pastagem, areais e, no último trecho, a Zona Industrial de Santa Cruz. Segundo o SEMADS, a água é barrenta, há sinais de solapamento de barranca e as margens são guarneçadas por macrófitas. A influência da maré no Canal de São Francisco se faz sentir até 1 km à montante do cruzamento com a BR 101, situado a 7 km de sua foz (SEMADS, 2001, p. 22).

Feita esta breve apresentação do recorte espacial, seguiremos para a aplicação do método geo-histórico *cross-section*.

Cortes transversais sucessivos (método *cross-section*) da paisagem do sistema de canais de Santa Cruz em três temporalidades: colonial/jesuítica, real/imperial e Era Vargas

A aplicação do método geo-histórico de cortes transversais sucessivos (método *cross-section*) na paisagem do sistema de canais de Santa Cruz consiste em recorrer a registros históricos para reconstituição intelectual de arranjos pretéritos da paisagem, os quais se confirmem através de rugosidades espaciais na paisagem do presente, bem como outras reminiscências de temporalidades pregressas que não tenha perdido a forma-função.

Nesse sentido, o enfoque será dado em três temporalidades específicas, representativas para o estudo em tela: a temporalidade colonial/jesuítica, que se estende em Santa Cruz do final do séc. XVI até meados do séc. XVIII; a temporalidade vice-real/real/imperial, que se estende até o fim do séc. XIX; e a temporalidade republicana, no contexto da República Velha até meados da década de 1940, na Era Vargas, que implementou obras definitivas no sistema de canais santa-cruzensense.

Intervenções hidrogeográficas na Santa Cruz Colonial/Jesuítica

A Fazenda de Santa Cruz que, no auge de sua extensão, na primeira metade do séc. XVIII, se estendeu pelo território atualmente correspondente a mais de uma dezenas de municípios do Estado do RJ, um triângulo entre Rio de Janeiro, Mangaratiba e Vassouras, foi a mais importante propriedade dos Jesuítas no Sudeste e Sul do Brasil, com origem remontando à fundação do Rio de Janeiro e existência socioeconômica repercutindo extrafronteiras, decorrente da valorização promovida pelos padres (FREITAS, 1985).

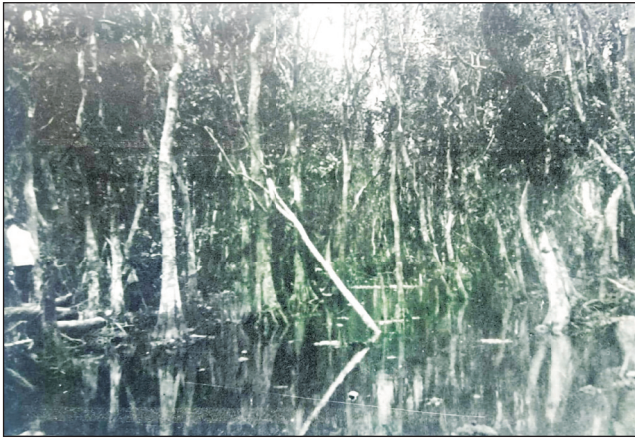
Uma propriedade desta proporção não foi alcançada facilmente. Durante um século e meio, entre o fim do século XVI e a primeira metade do século XVIII, a luta dos padres jesuítas em Santa Cruz foi para promover o saneamento e a efetiva ocupação econômica dos campos da baixada, sendo assim os inicianos, possivelmente, os precursores da hidrologia e da hidrogeografia no Brasil, dados os feitos de engenharia hidráulica e realocação da água no espaço levados a cabo em Santa Cruz.

Ao chegarem em Santa Cruz, por volta de 1590, os Jesuítas nada mais encontraram do que grandes planícies de aluvião com algumas baixas colinas. Na época de chuvas, as inundações transformavam-nas num exótico mar de água doce (FREITAS, 1985), que no período mais seco do ano formava profundos e extensos brejais. A água que inundava a baixada era proveniente dos divisores de águas que circundavam as terras baixas, a partir das Serras do Mar, do Piloto, de Mazomba, da Grota Funda, entre outras, água esta que a hidrografia natural da baixada era insuficiente para escoar dentro de suas calhas tamanha vazão. A lentidão da vazão ocasionada pela baixa energia gravitacional da área era o principal causador das inundações da fazenda de Santa Cruz. Obviamente, não há registro de imagens deste período, contudo há fotografias dos anos de 1930 (Figura 2), momento anterior às grandes obras de saneamento promovidas no governo Vargas em toda Baixada de Sepetiba, que são demonstrativas de como a paisagem possivelmente era quando da chegada dos Jesuítas nos campos de Santa Cruz.

A Companhia de Jesus no Brasil enviou dois padres à Holanda para que elaborassem um relatório que apresentassem soluções viáveis para a proteção contra o excesso de águas e para a irrigação das planícies no tempo de estiagem (GAMA, 1875 *apud* FREITAS, 1985), no intento de reproduzir em Santa Cruz o sucesso do sistema de diques neerlandês, ou num contexto espacial similar, o controle de enchentes no vale do Nilo. Foi concebido em Santa Cruz assim o plano mais arrojado de que se tem registro no período do Brasil-Colônia.

A principal premissa do projeto era a necessidade de aliviar a sobrecarga de vazão dos dois maiores rios, Itaguaí e, principalmente, do Guandu, executando a abertura de valas e canais e construções de taipas e diques, que de um lado continham a inundação e de outro represavam água que serviam os terrenos mais secos.

Figura 2 – Rio Guandu-mirim, leito obstruído no Brejo Cavallo de Pau



Fonte: (GOES, 1942, p. 23).

Em 1643, quando o poder central do Colégio Jesuíta do Rio de Janeiro decide concentrar em Santa Cruz todo o gado existente do outro lado da Baía de Guanabara, desde Búzios até Campos dos Goitacazes, o saneamento dos campos da fazenda já deveria estar bem avançado, com os principais canais, São Francisco e Itá, já abertos, senão não seria possível tal decisão.

Com 14 km de extensão e com calha larga e profunda, o Canal do Itá foi aberto à esquerda da margem do Rio Guandu e servia para o abastecimento de toda a atividade agropecuária do campo que o mesmo cruzava. Construído em linha reta em toda a sua extensão, serviu também como via de transbordo entre o centro da fazenda e o litoral, em Sepetiba. Datado do início do século XVII, é considerado o mais antigo canal do Brasil (FREITAS, 1985).

Já à direita do Guandu, entre o mesmo e o Itaguaí, foi aberto o Canal de São Francisco, com dez quilômetros de extensão. A vazão deste canal era regulada pela ponte-represa do Guandu, mais conhecida como Ponte dos Jesuítas, um dos mais antigos e importantes objetos hidrotécnicos do período colonial brasileiro, encontrando comparativo apenas no Aqueduto da Carioca, popularmente chamado de “Arcos da Lapa”.

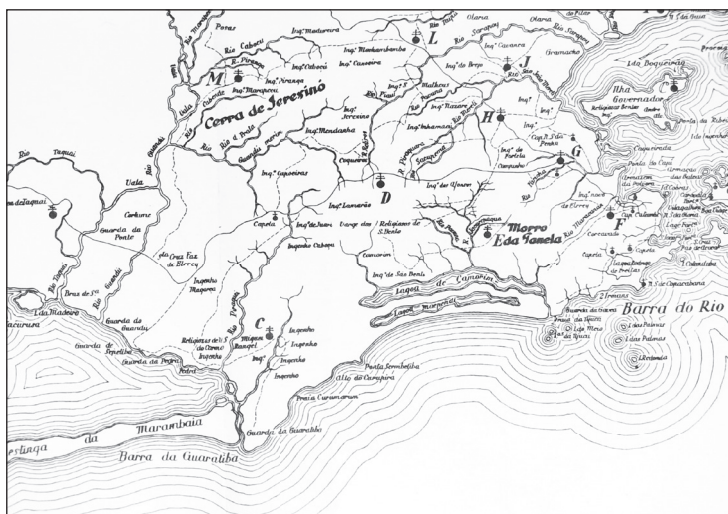
A Ponte-represa do Guandu é dotada de quatro reguladores de vazão, chamados de óculos, os quais ocorriam em menor quantidade em outros pontos de controle ao longo de todo o sistema de canais de Santa Cruz. Há registros da existência de outras barragens como a dos campos do Frutuoso. Nela existiam outros reguladores, denominados “óculos dos Espanhóis”, que regulavam o volume d’água que passava pela “Taipa do Frutuoso” (GOES, 1942). As taipas eram diques longitudinais que protegiam os campos das inundações e foram construídas em todos os pontos da hidrografia que os jesuítas julgaram vulneráveis ao extravasamento das enchentes. A maior taipa

construída na Fazenda de Santa Cruz foi a “Taipa Grande”. Iniciada nas proximidades da Ponte dos Jesuítas, à margem direita do Guandu, acompanhava o canal aberto até o Rio Itaguaí e dali prosseguia até o campo do Maranhão.

Outras valas e canais foram abertas pelo grande projeto hidrológico, como a Vala da Goiaba, escoadouro dos campos de São José e Sapicu, hoje pertencentes à Base Aérea de Santa Cruz, o Canal do Cação Vermelho, que irrigava o campo do Colégio e o pasto do Curral Falso, porta de entrada da Fazenda, pelo Caminho dos Jesuítas, que ligava a Fazenda ao Colégio Jesuíta do Rio de Janeiro, na então capital do país, e a Vala do Piloto, que drenava os campos de São João as águas provenientes da sobrecarga do Rio Itaguaí. Terminado o sistema, todos os campos de Santa Cruz estavam limitados por um rio, canal ou vala. O resultado dessas obras foi o saneamento e a plena ocupação econômica dos campos santa-cruzenses (sentido *lato*), dentre eles os campos de São Miguel, São Paulo, Maranhão, Prainha, São Luiz, Santa Cruz, São José, Sapicu, Itongo e São Marcos. Na Figura 3, consta a reprodução de uma carta topográfica de 1767, cuja cópia foi feita pela comissão das obras de saneamento do Governo Vargas, em 1941.

A expulsão dos Jesuítas do reino português e de todas as suas colônias, inclusive o Brasil, em 1759, causou o assoreamento dos rios e canais e logo voltaram as inundações. A hidrografia que as comissões de saneamento republicanas encontram no início do século XX é bastante similar a qual os jesuítas deixaram, visto que no período em que a Fazenda de Santa Cruz esteve sob a administração real e imperial muito pouco foi feito no sentido de dotar o espaço de fixos capazes de promover o saneamento da área.

Figura 3 – Trecho de Carta Topográfica do Rio de Janeiro de 1767, efetuada em 1941



Fonte: GOES (1942).

Intervenções hidrogeográficas na Santa Cruz Real/Imperial

Segundo Cavalcanti (2003), a então Fazenda Jesuítica de Santa Cruz era uma verdadeira empresa agropastoril, a maior do Rio de Janeiro colonial. Sob administração dos padres inacianos a fazenda era bastante produtiva, sobretudo se forem considerados o meio técnico da época e as dificuldades impostas pelo quadro natural local. Porém, a partir do banimento da Companhia de Jesus do império colonial português, a Fazenda de Santa Cruz e toda sua infraestrutura caíram em ostracismo, havendo inclusive registros de surtos de malária. Freitas (1985) afirma que, desde os tempos dos jesuítas, a malária era uma das principais causas de morte em Santa Cruz. E como nesta época atribuía-se a causa da malária à exposição ao ar pútrido dos pântanos, as intervenções com intuito de drenar os campos de Santa Cruz não eram fomentadas apenas pelo aspecto econômico, mas também pelo aspecto sanitário. Tal entendimento só foi superado no século XX, quando se passou a combater o vetor da doença, o mosquito Anófeles.

Góes (1942) lembra que só em 1780, mais de vinte anos após a expulsão dos jesuítas, no governo do vice-rei Luiz de Vasconcelos e Sousa, houve recuperação das obras hidráulicas, abrindo estradas por toda extensão dos campos e abrindo a vala de derivação que ligava o Rio Guandu ao Rio Itaguaí, hoje conhecida como canal do Piloto.

No vice-reinado seguinte, do Conde de Rezende, a já denominada Real Fazenda de Santa Cruz viveu um novo surto de progresso econômico, sendo fonte de madeira e de alimentos, principalmente carne, à nova capital do país, o Rio de Janeiro, que alcançou tal capitalidade em 1763. O vice-rei realizou muitos projetos de sua autoria, sendo considerado o mais importante administrador no período entre a expulsão jesuítica e a chegada da Família Real Portuguesa, em 1808, deixando além das obras um completo mapa da Fazenda. Foram realizadas obras de drenagem e de irrigação dos campos para aumentar as áreas de arrendamento, que iniciaram o desmembramento das terras da Fazenda, novamente uma pungente empresa agropastoril, passando a ser cobiçada pelos comerciantes do Rio de Janeiro e pelos credores acumulados nos anos de má administração. A administração foi contundente em sua oposição a essa forma de privatização, termo inexistente na época (CAVALCANTI, 2003), sofrendo resistência da já poderosa classe dominante carioca da época e declinando do cargo em 1801.

Em 1803, D. João VI autorizou a venda dos engenhos de Sepetiba e Itaguaí, junto com as terras necessárias para o cultivo da cana. Dez anos depois foi demarcada uma área para o povoado de Sepetiba e mais cinco anos depois em Itaguaí. Quando a família real desembarcou no Rio de Janeiro, em 1808, a Real Fazenda de Santa Cruz já estava com seu território reduzido e suas rendas minúsculas (CAVALCANTI, 2003). A sede da fazenda passou a ser o Palácio Rural da Família Real e posteriormente da Família Imperial. Nesta fase iniciou-se a urbanização de Santa Cruz, a partir do entorno do paço rural, atual Praça Ruão.

Em 1820, D. João VI ordenou que metade dos escravos ligados à Real Fazenda fossem designados para as obras dos canais, àquela altura novamente em péssimo estado de conservação, sob a administração do Coronel João Fernandes da Silva. Em 1837, o governo atuou nas principais vias navegáveis da região, Guandu e São Francisco, além de seus afluentes, recuperando a ligação entre a Fazenda e o mar. Foi construído também um canal lateral ao Rio Guandu.

Um dos principais registros históricos de Santa Cruz, a “História da Imperial Fazenda de Santa Cruz”, foi escrito por Saldanha da Gama, um dos mais importantes superintendentes da Fazenda, o qual organizou e executou um completo plano de recuperação dessas áreas, estando concluído ao final da década de 1860 a reconstrução da taipa do Frutuoso, a reparação da Taipa Grande em oito rupturas e a construção de dois diques auxiliares. Ao final da década seguinte, foi promovida a reabertura do Rio São Francisco, desde a barra do Rio Itaguaí, onde desaguava (hoje sua foz é na baía de Sepetiba), até a ponte do Aterrado, que hoje é uma ponte ferroviária desativada.

Verifica-se que, entre a expulsão dos jesuítas até a Proclamação da República, as ações de manutenção da salubridade dos Campos de Santa Cruz foram intermitentes e pouco efetivas. Com os canais rapidamente assoreados, as inundações voltavam a ocorrer, formando novamente os brejais. Solução definitiva para os problemas hidrogeográficos de Santa Cruz só foi alcançada na quarta década do século XX, durante o primeiro governo de Getúlio Vargas.

Intervenções hidrogeográficas em Santa Cruz na Era Vargas

No entremeio do fim da Monarquia até o governo Vargas, dois fatos modificaram a Geografia Humana da terra fluminense (GOES, 1942) e de boa parte do país: a abolição da escravatura, que forçou a mudança da organização econômica, proporcionou a chegada de colonos, sobretudo, japoneses, e causou novamente o abandono, por décadas, da extensa rede de exaguamento, e a construção da infraestrutura de transporte ferroviário e rodoviário, que tornaram obsoletos os portos fluviais e, que somada à crescente urbanização, ampliou as áreas de inundação e alagamento. Além disso, com a insalubridade resultante do mau estado de conservação do sistema de canais, com o entulhamento das calhas e rupturas dos diques, a malária voltou a assolar os campos e terminou de expulsar os núcleos agrícolas restantes, despovoando a baixada.

As incursões para saneamento da Baixada de Sepetiba durante a República Velha foram falhas, devido à descontinuidade administrativa, à insuficiência de verbas e à incompreensão sistêmica do problema. Apenas na ditadura varguista tal equação foi solucionada, criando-se uma comissão que apurou as causas dos insucessos e estabeleceu um programa real de saneamento.

Freitas (1985) descreveu o quadro encontrado no começo das intervenções varguistas, estando os cursos d’água, na sua grande maioria, obstruídos e grandes

brejais haviam se formado com o transbordamento das águas. As principais bacias hidrográficas, com seus divisores mal acentuados, confundiam-se. Era necessário, portanto, todo um serviço de desobstrução, para tornar visível a real orografia e hidrografia da área. Este foi o trabalho realizado durante os anos de 1935 e 1936. O Guandu precisava ter o talvegue aprofundado para aumentar sua vazão, pois sua cheia invadia suas sub-bacias e a bacia do Itaguaí, inutilizando os campos do interflúvio. A sub-bacia do Itaguaí tinha o agravante do alto curso íngreme e vales afluentes estreitos oriundos na escarpa da Serra do Mar e serras residuais vizinhas, não comportando a vazão nos meses mais úmidos.

O plano previa o agravamento temporário da situação das inundações até o término das obras, pois desapareceriam os banhados marginais que regulavam o nível da água antes do aumento da capacidade de vazão proporcionado pelas obras completas. Tal cenário se concretizou em 1936, quando uma grande enchente alagou uma área extensa que ia desde as proximidades do município de Japeri até a Baía de Sepetiba.

A recolonização agrícola dos campos de Santa Cruz foi fomentada pelo governo federal neste ínterim, portanto era importante que esses novos núcleos coloniais, os quais alguns existem ainda hoje, como na localidade dos Jesuítas, no limite dos municípios do Rio de Janeiro e de Seropédica, estivessem protegidos das enchentes.

Segundo relatório da Comissão de Saneamento da Baixada Fluminense (GÓES, 1942), tão logo foi iniciada a limpeza da bacia, a área alagada foi reduzida à metade e os rios voltaram às suas calhas. Todavia, o Rio Itaguaí não era capaz de comportar as enxurradas de seus afluentes que desciam serra abaixo. Uma chuva intensa coincidente com a maré alta era o suficiente para que as águas transbordassem as margens e inundassem os Campos de Santa Cruz até o Canal de São Francisco. Assim o DNOS (Departamento Nacional de Obras de Saneamento) optou pela abertura do Canal Arapucaia, um grande canal de derivação que desviaria as cabeças d'água dos afluentes íngremes do Rio Itaguaí, deixando este apenas com as contribuições dos outros afluentes de menor porte. O canal Arapucaia passou a ser um dos principais cursos da Bacia do Itaguaí, já que passou a escoar as águas provenientes das serras a oeste da bacia. Esta diminuição na descarga do Itaguaí abriu um lastro que poderia ser preenchido pelas cheias da Bacia do Guandú, que passaram a ter as sobras desviadas para bacia do Itaguaí, mais exatamente para o Canal de Piranema, através de canais de derivação.

Considerável nível de salubridade foi alcançado após o término das intervenções da CSBF, conforme demonstra a Figura 4. Os casos de malária tornaram-se raríssimos e os assentamentos dos núcleos coloniais rapidamente deram retorno produtivo, dissolvendo a estrutura latifundiária da região, pois a União dividiu as terras em lotes familiares, construindo uma casa em cada um deles, cuja produção passou a ser assistida pelo Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agrônômicas, atual Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Figura 4 – Núcleo Colonial de Santa Cruz – plantação de tomate (1942)



Fonte: GOES (1942).

A ocupação econômica de Santa Cruz, àquela altura, baseava-se na criação de gado, abastecedora do grande Matadouro Municipal de Santa Cruz, o maior parque industrial-pecuarista do Rio de Janeiro no período, e na cultura de frutas e hortaliças, cultivadas pelo Núcleo Colonial, além do já corrente processo de urbanização e expansão populacional promovido nos tempos republicanos, que culminaram na posterior industrialização da área, brevemente explanada anteriormente. Ainda nos anos de 1940, Santa Cruz perdeu seu caráter de produtora agropastoril do Estado, sendo grandes partes de suas terras ocupadas pelas Forças Armadas, com o Batalhão Villagran Cabrita de Engenharia do Exército e a Base Aérea de Santa Cruz, e a venda a particulares, tornando-se área de expansão urbana da cidade do Rio de Janeiro.

Considerações finais

Há muito caminho a percorrer nesta seara. Uma pesquisa que se iniciou na graduação, com a Geografia Histórica dos canais de Santa Cruz; desdobrou-se no mestrado, com reflexões sobre a Epistemologia da Hidrogeografia; ramificou-se na duas especialização, uma na Geografia Escolar, através da investigação sobre trabalhos de campo na escala do bairro com alunos do ensino fundamental para ressignificação do lugar, sendo um desses campos na Ponte dos Jesuítas e no sistema de canais; e agora se aprofundará no doutorado, relacionando a Geografia à questão patrimonial, cuja tese a ser construída é a possibilidade de patrimonialização da paisagem do sistema de canais santa-cruzesenses, considerando a paisagem ambiental como patrimônio

cultural, já que a paisagem do sistema de canais de Santa Cruz é testemunho de uma relação sociedade-natureza muito específica, evoluída organicamente e com espacialidade contínua.

Esta relação entre Geografia e questão patrimonial da paisagem fez emergir a necessidade de uma discussão sobre Geografia Híbrida e Geografia Ambiental, como tentativas de superar a dicotomia física-humana no seio de nossa ciência geográfica. Buscou-se demonstrar que, ao aplicarmos um método de Geografia Histórica num estudo ambiental da paisagem, não só se explicitava um exemplo de hibridização da Geografia, hibridização esta que é um retorno a essência unificada de nossa ciência, mas também se explicitava uma relação entre os esforços unificadores das Geografias Híbrida e Ambiental, sobretudo através dos conceitos de paisagem e de rede, que nos estudos geográficos híbridos se manifestam através da Teoria Ator-rede e nos estudos geográficos ambientais se manifestam na abordagem sistêmica, e ambos novamente se encontram no conceito de meio técnico-científico-informacional da abordagem geográfico do fenômeno da Globalização.

Como bem nos lembra Vitte (2011, p. 11), “não estamos falando de uma Geografia Frankenstein”, pois não se trata de remendar teorias e métodos desconexos, mas sim fazer um esforço epistemológico e praxiológico em torno que teorias e métodos tanto de geografia física quanto de geografia humana podem ser ontologicamente relacionados.

Na descrição do contexto espacial atual do sistema de canais de Santa Cruz, ressaltou-se a pressão de atores espaciais hegemônicos que fazem pressão ambiental sobre o equilíbrio dinâmico da paisagem local com atividades industriais poluentes, a falha no tratamento de esgoto, o desmatamento e a expansão imobiliária mal planejada no bairro. Em tal conjuntura, um possível tombamento da paisagem hidrogeográfica em tela é um problema de pesquisa que pode servir aos planejamentos e gestões ambiental e urbana, à gestão da paisagem em áreas periféricas, colocando a questão patrimonial como recurso político, econômico, identitário e como instrumento de qualidade ambiental e de vida. Tais reflexões serão desdobradas na tese de doutoramento nos próximos quatro anos, não só através do histórico e do diagnóstico da paisagem, mas também através da elaboração de cenários ambientais futuros.

A aplicação do método *cross-section* nas três temporalidades propostas demonstrou como a evolução espacial em Santa Cruz, quarto bairro mais populoso do Brasil, grande área urbana periférica, esteve fortemente relacionada à realocação da água no espaço através de dotação do meio com objetos hidrotécnicos, como canais artificiais, ponte-represa, reguladores de vazão, barragens, entre outros, e toda vez que tal infraestrutura careceu de manutenção e conservação, apresentaram-se problemas de inundação e até de saúde pública.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, Amélia *et al.* (org.). *Itinerários Geográficos*. Niterói: Eduff, 2007.

CASTREE, N. Nature. In: AGNEW, J.; DUNCAN, J. S. (ed.). *The Wiley-Blackwell Companion to Human Geography*. Chichester: Willey-Blackwell, 2011. p. 179-196.

CASTRO, I. Escala e pesquisa na geografia: problema ou solução? *Espaço Aberto*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 1, p. 87-100, 2014.

CAVALCANTI, N. de O. *Santa Cruz*. Rio de Janeiro: Relume Dumará: Prefeitura, 2003. Série Cantos do Rio, v. 21.

CEDAE. *Guandu*. Rio de Janeiro, [s.d.]. 16 p. Disponível em: https://www.cedae.com.br/portals/0/livreto_guandu.pdf. Acesso em: 18 ago. 2021. Livreto.

CHOW, V. T. *Open Channel Hydraulics*. Tokyo: Kogakusha Company, 1959. 680 p. Disponível em: [http://web.ipb.ac.id/~erizal/hidrolika/Chow%20-%20OPEN%20CHAN NEL%20HYDRAULICS.pdf](http://web.ipb.ac.id/~erizal/hidrolika/Chow%20-%20OPEN%20CHAN%20NEL%20HYDRAULICS.pdf). Acesso em: 18 ago. 2021.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Editora Edgard Blücher, 1999.

CRESSWELL, T. *Geographical Thought*. Londres: Routledge, 2013.

ERTHAL, Rui. Geografia Histórica – Considerações. *GEOgraphia*, ano V, n. 9, 2003.

FERREIRA, V. O. A abordagem da paisagem no âmbito dos estudos ambientais integrados. *GeoTextos*, Salvador, v. 6, n. 2, 2010.

FREITAS, Benedicto. *Santa Cruz-Fazenda Jesuítica, Real e Imperial*. Rio de Janeiro, Asa Artes Gráficas: 1985. v. I, II e III.

GÓES, Hildebrando. *A Baixada de Sepetiba*. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1942. 388 p.

LEFF, Enrique. *Epistemologia ambiental*. São Paulo: Cortez, 2010.

MASSEY, D. *Pelo Espaço*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005.

MENDONÇA, Francisco. Geografia socioambiental. *Terra Livre*, São Paulo, n. 16, p. 113-132, 1º semestre 2001. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/411644152/MENDONCA-F-2001-Geografia-Socioambiental>. Acesso em: 14 mar. 2022.

MOREIRA, Ruy. *Geografia e práxis: a presença do espaço na teoria e na prática geográficas*. São Paulo: Editora Contexto, 2012.

MOREIRA, Ruy. *Para onde vai o pensamento geográfico?* Por uma epistemologia crítica. 2. ed. São Paulo: Editora Contexto, 2011.

NASCIMENTO, F. R.; SAMPAIO, J. L. F. Geografia física, geossistemas e estudos integrados da paisagem. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, Sobral, v. 6-7, n. 1, p. 167-179, 2004-2005.

PIRES, Hindenburgo. Reflexões sobre a contribuição da geografia histórica e da geo-história na renovação dos pensamentos geográfico e histórico no século XX. I COLÓQUIO BRASILEIRO DE HISTÓRIA DO PENSAMENTO GEOGRÁFICO. *Anais [...]*. Uberlândia, 2008. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/327760082_Contribuicao_da_Geografia_historica_e_da_Geo-historia_para_a_renovacao_dos_pensamentos_geograficos_e_historicos_no_seculo_XX. Acesso em: 21 mar. 2022.

RIO-ÁGUAS (Fundação). *Rios de Janeiro: um manual dos rios, canais e corpos hídricos da cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Rio-águas, 2020.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E.; CAVALCANTI, A. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. Fortaleza: UFC, 2007.

SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. 4. ed. São Paulo: EDUSP, 2006.

SECCO, Lincoln. Geohistória. *Revista de Economia Política e História Econômica*, ano 5, n. 13, jul. 2008.

SEMADS – SECRETARIA DE ESTADO DE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL DO RIO DE JANEIRO. *Bacias Hidrográficas e Rios Fluminenses Síntese Informativa por Macrorregião Ambiental*. Rio de Janeiro: Semads, 2001. 73 p.

SILVA, Renato Emanuel. *Assinaturas topográficas humanas (ATH'S) no contexto dos canais derivados multifuncionais e suas repercussões hidrogeomorfológicas*. 2018. 266 f. Tese (Doutorado) – UFU/PPGEO, Uberlândia, 2018. Disponível em: [https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21226/1/AssinaturasTopogr%
c3%a1ficasHumanas.pdf](https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21226/1/AssinaturasTopogr%c3%a1ficasHumanas.pdf). Acesso em: 18 ago. 2021.

SOUZA, Marcelo. *Os conceitos fundamentais da pesquisa sócio-espacial*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2018.

TUCCI, C. E. M. (org.). *Hidrologia: Ciência e Aplicação*. Porto Alegre: Editora da Universidade/Edusp/ABRH, 1993. (Coleção ABRH de Recursos Hídricos).

VITTE, Antônio Carlos. *Por uma Geografia híbrida: ensaios sobre os mundos as naturezas e as culturas*. Curitiba: CRV, 2011.

WORSTER, D. Para fazer história ambiental. *Estudos Históricas*, Rio de Janeiro, v. 4, n. 8, 1991.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

A COMPLEXIDADE DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANAS E OS DIVISORES ANTRÓPICOS DE DRENAGEM: conceitos e reflexões

Fernanda Figueiredo Braga

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Uma das questões mais desafiadoras na geomorfologia contemporânea está relacionada à movimentação da água no espaço urbano. Esse recurso, fundamental em diversas esferas da vida, é um importante agente geomorfológico que molda a superfície terrestre no entremeio de um ciclo dinâmico, modificado continuamente em resposta às intervenções antrópicas, tornando cada vez mais complexa as relações entre elementos físicos e humanos existentes.

Nesse sentido, a ação antrópica deve ser entendida como resultado e resultante dos movimentos da sociedade, inserida em contextos econômicos, políticos e culturais, que se concretizam na construção do espaço geográfico e na alteração das paisagens.

Esses movimentos são evidenciados pelo crescimento cada vez mais acelerado das cidades e representam um conjunto de alterações nos processos e nas formas que constituem o substrato urbano, criando uma demanda contínua por intervenções direcionadas aos desequilíbrios decorrentes dos impactos ambientais.

Estas transformações, não obstante, alteram a dinâmica de circulação das águas, gerando profundas mudanças nas redes de drenagem. As edificações e estruturas construídas também se destacam entre as intervenções humanas que remodelam o solo urbano, redefinindo a sua topografia. As redes de drenagem a ela associadas, ainda que permaneçam condicionadas pelas formas de relevo, são continuamente adaptadas às demandas da organização social, e se acomodam às novas formas produzidas.

Estas novas formas urbanas podem criar divisores de drenagem antrópicos, proposta conceitual desenvolvida neste capítulo, que repercutem frequentemente nas ocorrências de alagamento e inundações locais.

A complexidade das bacias hidrográficas urbanas

O conceito de bacia de drenagem é a principal referência, enquanto unidade espacial, nas análises da geomorfologia fluvial. Segundo Stevaux *et al.*

(2017, p. 59), este termo “corresponde não apenas à rede de canais, mas toda a área de captação pluvial (e da neve), que pode escoar sob a forma de fluxo superficial acanalado, fluxo superficial não acanalado (hortoniano e hipodérmico) e fluxo subterrâneo (água freática).” São delimitadas por divisores de drenagem ou interflúvios, uma vez que dividem ou separam bacias adjacentes. Os autores salientam ainda que o termo interflúvio também é comumente empregado ao delimitar bacias menores, que compõem uma bacia maior.

Essa definição sugere uma diferenciação entre os termos bacia hidrográfica e rede de drenagem, concebidos eventualmente como sinônimos. Para esses autores, a rede de drenagem constitui “um sistema de canais para o transporte de água e sedimento formado pelo rio principal e seus tributários que drenam para uma determinada área” (STEVAUX *et al.*, 2017, p. 60). Estes canais formam uma rede hierarquizada, na medida em que os cursos se unem sucessivamente, aumentando o seu volume.

O processo de urbanização vem intervindo diretamente nas dinâmicas destes ambientes e, à medida que se intensifica, torna-se cada vez mais complexo diferenciar os impactos físicos dos impactos sociais, já que estes são, segundo Coelho (2001, p. 21),

[...] produto e processo de transformações dinâmicas e recíprocas da natureza e da sociedade estruturada em classes sociais. Na produção dos impactos ambientais, as condições ecológicas alteram as condições culturais, sociais e históricas, e são por elas transformadas.

Silva (2016, p. 74) enfatiza que as novas configurações espaciais produzidas pela ação humana vêm fomentando pesquisas contemporâneas que buscam elucidar como a ação geomórfica antrópica altera as formas de relevo e seus processos condicionantes. Estes estudos estão comprometidos com o reconhecimento, caracterização, compreensão e avaliação das transformações dos recursos ambientais por intermédio da ação do homem.

Nessa perspectiva, as intervenções promovidas nas bacias de drenagem implicam em novas configurações e dinâmicas, modificando os elementos e processos preexistentes, que acompanham as alterações decorrentes da ação humana.

Estas alterações interferem tanto nas etapas do ciclo hidrológico, quanto no direcionamento dos fluxos superficiais e subsuperficiais (conduzidos pela topografia), reorganizando a dinâmica hidrológica da bacia. O escoamento superficial se intensifica sobremaneira, em detrimento aos processos de interceptação, infiltração e evaporação, que são reduzidos drasticamente. Não obstante, a concentração e aceleração dos fluxos superficiais intensificam os picos de cheias.

De acordo com Tucci e Collischonn (2000), os impactos mais significativos causados pela urbanização são:

- Aumento das vazões máximas devido ao aumento da capacidade de escoamento através de condutos e canais, além da impermeabilização das superfícies;
- Aumento da produção de sedimentos devido à desproteção das superfícies e à produção de resíduos sólidos (lixo);
- Deterioração da qualidade da água, devido à lavagem das ruas, transporte de material sólido e às ligações clandestinas de esgoto cloacal⁵ e pluvial.

É importante ressaltar ainda que, numa área urbana, grande parte da drenagem acompanha o traçado das ruas e de galerias pluviais, modificando eventualmente o caminho originalmente percorrido pelas águas.

Philippi Jr. *et al.* (2005) afirmam que o sistema de drenagem básico de uma cidade deve se estruturar a partir de uma composição física mínima, que inclui: pavimentação de ruas, sarjetas e meios-fios, bocas de lobos, galerias de drenagem e valas, que devem considerar as características das bacias hidrográficas em seu planejamento, respeitando os aspectos legais, técnicos, além das dimensões econômicas, sociais, ambientais e institucionais em que estão inseridos.

Para Tucci *et al.* (2001), um sistema de drenagem é formado pelo conjunto da infraestrutura existente em uma cidade com a finalidade de coletar, transportar e descartar as águas superficiais. É composto por uma série de medidas que buscam minimizar os riscos, aos quais a população está submetida, atenuando perdas ocasionadas por alagamentos e inundações. Pode ser dividido em micro drenagem e macrodrenagem.

As torrentes originadas pela precipitação direta sobre as vias públicas desembocam nos bueiros situados nas sarjetas. Estas torrentes (somadas à água da rede pública proveniente dos coletores localizados nos pátios e das calhas situadas nos topos das edificações) são escoadas pelas tubulações que alimentam os condutos secundários, a partir do qual atingem o fundo do vale, onde o escoamento é topograficamente bem definido, mesmo que não haja um curso d'água perene. O escoamento no fundo do vale é o que determina o chamado *Sistema de Macro-Drenagem*. O sistema responsável pela captação da água pluvial e sua condução até o sistema de macro-drenagem é denominado *Sistema de Micro-drenagem* (CARDOSO NETO, 1998, p. 1).

No contexto das cidades, os impactos concernentes à ocupação da terra também se destacam. São problemas decorrentes de uma ocupação desordenada, sem as condições técnicas adequadas, que comprometem áreas cuja preservação é fundamental para a prevenção de fenômenos, como as inundações,

5 Esgoto cloacal é aquele formado pelas águas escoadas pelos tanques de roupa, pias de cozinha, banheiros e descargas sanitárias.

alagamentos e os movimentos de massa, causadores de diversas perdas, em diferentes níveis de gravidade.

Algumas destas intervenções se destacam tanto pela frequência em que são aplicadas nas áreas urbanas, quando pelos impactos causados nos processos geomorfológicos atuantes. As canalizações, aterros, desmontes de morros, impermeabilização de áreas, edificações e construção de barragens são exemplos de tais intervenções, que, direta ou indiretamente, alteram, sobretudo, formas e processos relacionados ao relevo e à drenagem de um local.

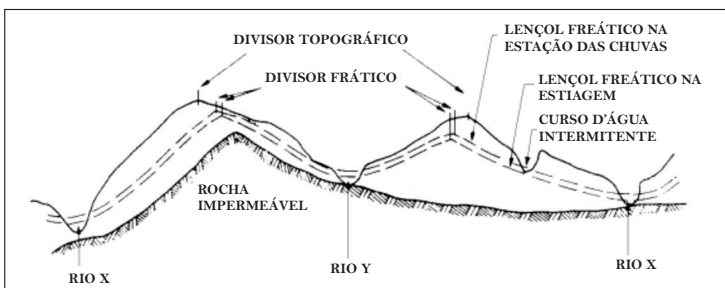
Divisores topográficos de uma bacia hidrográfica

A delimitação das bacias hidrográficas tem como referência os divisores topográficos. Segundo Finkler (2006), os divisores topográficos caracterizam-se pelos pontos altos entre duas ou mais bacias, que dividem a água precipitada, em forma de escoamento superficial, para cada bacia hidrográfica contida na região.

Villela e Mattos (1975, p. 9) definem como divisores de drenagem as linhas que dividem as precipitações incididas em bacias vizinhas, conduzindo o escoamento superficial produzido para um ou outro sistema fluvial. Sua trajetória, em torno da bacia, somente atravessa o curso d'água no ponto de saída. Afirmam que o divisor une os pontos de máxima cota entre bacias, ponderando que no interior de uma bacia podem existir picos isolados com cota superior a qualquer ponto do divisor.

Carvalho *et al.* (2006) diferenciam dois tipos de divisores de água (Figura 1): o divisor superficial (topográfico) e o divisor freático (subterrâneo). Segundo os autores, o divisor subterrâneo varia com o tempo, mudando de posição de acordo com as flutuações do lençol freático e, deste modo, torna-se mais difícil precisar a sua localização. Ele só é considerado em estudos mais complexos de hidrologia e estabelece os limites dos reservatórios de água subterrânea. Na prática, não raro, assume-se que o superficial também é o subterrâneo.

Figura 1 – Corte transversal de bacias hidrográficas destacando a diferença entre divisor topográfico e divisor freático



Fonte: Carvalho *et al.* (2006, p. 17).

De modo geral, os referenciais topográficos que definem uma bacia hidrográfica estão relacionados ao relevo de uma área e às suas características geológico- geomorfológicas.

No entanto, o crescimento de áreas urbanas suscita uma reflexão associada a esses referenciais que definem os limites das bacias, bem como suas subdivisões. As edificações (novas formas construídas), sejam estas direcionadas à drenagem ou não, em muitos casos, interferem diretamente no fluxo das águas. Podem promover mudanças na topografia de uma área, interrompendo ou desviando tais fluxos. Essas modificações redefinem a drenagem antes conduzida somente pelas formas naturais do relevo e, ainda que pareçam sutis, dependendo da escala de observação, podem alterar importantes processos geomorfológicos que atuam no local, repercutindo, inclusive, nas incidências de inundações e alagamentos.

A ação antrópica como agente transformador do relevo

Silva (2016, p. 75) afirma que a intervenção da sociedade na dinâmica da natureza implica algumas consequências para o ambiente, que são agrupadas em três níveis de abordagem: o primeiro refere-se à ocorrência de alterações no relevo propriamente dito, mais especificamente em sua forma; o segundo está associado às alterações da dinâmica geomorfológica, isto é, nos processos geomorfológicos; o terceiro está ligado à formação de depósitos correlativos, resultantes da dinâmica antrópica, denominados tecnogênicos.

Rodrigues (1999) discute o termo “antropogeomorfologia” referindo-se à atuação do homem como ações geomorfológicas, que, em outras palavras, significa afirmar que as atividades antrópicas promovem mudanças nas formas, nos atributos e posição dos materiais (geológicos) e nas taxas, balanços e vetores dos processos relacionados.

A autora propõe um conjunto de procedimentos metodológicos que denomina “Antropogeomorfologia”, e que consistiriam na consideração das ações humanas especificamente geomorfológicas, na investigação de padrões de ação humana significativos para a morfodinâmica, na investigação histórica das intervenções humanas (tendo em vista sua cumulatividade), no uso de escalas espaço-temporais suplementares (o raciocínio geográfico multiescalar, diríamos) e da cartografia geomorfológica de detalhe, bem como da consideração dos conceitos de limiares, magnitude e frequência e da análise integrada de sistemas naturais (PELOGGIA, 2005, p. 25).

Em diversas literaturas é possível identificar termos relacionados às paisagens ou ao relevo moldados pela ação humana. Pellogia (2005) cita

os trabalhos de Fanning e Fanning (1989), que se referem às “superfícies decapadas” (*scalped land surfaces*) como paisagens resultantes da ação do homem enquanto agente geomórfico; a expressão “morfortipos artificiais”, usado por ROHDE (1996), para se referir a unidades paisagísticas derivadas da ação humana; bem como o conceito de relevo tecnogênico, proposta de ROSS (1992), que indica a ação do homem na transformação da fisiografia das paisagens, com a criação de um modelado especial correspondente. Destaca-se ainda o uso do termo “relevo antropogênico”, em publicação homônima, de Silva (2016), definida a partir da constatação de que a ação do homem proporcionou a aceleração dos processos geomorfológicos, alterando feições criadas em um período geológico, que resultaram em feições antropizadas construídas em um tempo histórico, estabelecendo uma paisagem humanizada.

É importante salientar que, como aponta Peloggia (2005), a ação geomórfica do homem ocorre concretamente sobre um arcabouço geológico já existente, constituído por formações prequaternárias e por uma estrutura superficial que compreende as porções superiores do regolito, os solos “pedogênicos”, as formações superficiais, os depósitos sedimentares não consolidados, bem como os próprios depósitos tecnogênicos. Sobre esta estrutura rasa são “esculpidos” os modelados tecnogênicos, definidos como:

Na concepção exposta por Jean RISER (1995), podemos caracterizar os modelados tecnogênicos como conjuntos de formas de relevo produzidas direta ou indiretamente pela ação humana (a expressão “paisagens antropogênicas” foi utilizada anteriormente, em sentido semelhante), e que podem ocorrer de maneira conjunta ou associada (o relevo tecnogênico urbano, por exemplo) ou isoladamente (PELOGGIA, 2005, p. 26).

Silva (2016, p. 76) aponta que as alterações em relação à configuração de relevo podem ocorrer nas formas (convexas e côncavas), nas alterações da declividade, no comprimento da rampa das encostas ou vertentes, e intensificação/ inversão dos processos erosivos.

Pedro e Nunes (2009, p. 122) salientam a função do homem como agente esculptor do relevo. Essa esculpturação, segundo eles, pode ser feita através da remoção de materiais (terraplanagem em loteamentos ou escavações em cavas de mineração, por exemplo) ou do acúmulo de materiais (com a construção de aterros sanitários que resulta na formação de verdadeiras colinas constituídas por resíduos sólidos, por exemplo).

Peloggia (2005, p. 25) observa que a ação morfogênica humana, isto é, a criação do relevo tecnogênico, pode acontecer de maneira direta ou indireta. Aponta estudos de GOUDIE (1981), na obra *The Human Impact on the Natural Environment*, que diferencia as formas produzidas por “processos

antropogênicos diretos” (de aterramento, escavação ou interferência hidrológica, como a retificação geométrica de canais fluviais) e por “processos antropogênicos indiretos” (relacionados a aceleração da erosão e sedimentação, subsidências, escorregamentos em geral etc.).

Silva (2016) cita os trabalhos de Azambuja (2007), Pedro e Nunes (2009), Pedro (2011) e Fujimoto (2005), que analisam a nova configuração do relevo gerada ou induzida pela ação humana em áreas urbanas. Essas pesquisas demonstram que, “mediante incorporação de novos compartimentos geomorfológicos ao tecido urbano, ao longo do tempo, instalam-se alterações na dinâmica hídrica, pedológica e geomorfológica” (SILVA, 2016, p. 76).

As alterações antrópicas da paisagem hoje, segundo o autor, não possuem precedentes geológicos, representando mudanças nas quais não se tem experiência. Isso cria uma grande demanda por estudos que sejam capazes

[...] de antecipar, influenciar, reagir, ou capitalizar sobre o futuro (Haff, 2001; Wilkison, 2005). Investigar o passado para entender o presente é de fato essencial, mas é imprescindível analisar as transformações recentes e suas possíveis repercussões no futuro (SILVA, 2016, p. 77).

Os divisores de drenagem antrópicos

Nas áreas urbanas, a impermeabilização dos solos reduz significativamente a infiltração, diminuindo os fluxos de água subterrânea, que geralmente alimentam os cursos de água. Os fluxos efêmeros tornam-se mais frequentes, intensos e concentrados, orientados por uma topografia, que, não raro, já sofreu alterações pela ação antrópica. Além dos leitos originais ou alterados dos rios, os arruamentos também conduzem os fluxos, substituindo eventualmente os canais tamponados. Essas modificações alteram profundamente os processos geomorfológicos que atuavam localmente e reorganizam a drenagem. A estrutura de drenagem subsuperficial construída dá suporte a esse sistema, captando parte destes fluxos e os conduzindo para locais de saída predefinidos, que não obedecem, necessariamente, aos limites ou orientações da bacia. Portanto, em áreas mais urbanizadas, a rede de drenagem torna-se mais complexa e os fluxos, bem como os divisores topográficos, podem ser mais difíceis de discernir.

A topografia sobre a qual as cidades são construídas acompanham, de modo geral, as formas de relevo esculpidas por processos naturais, que, por sua vez, orientam a rede de drenagem. Neste caso, os cursos d'água não sofrem grandes modificações em questão de localidade, apesar das modificações hidrológicas decorrentes da ocupação urbana. Nas áreas onde os canais estão suprimidos, a drenagem mantém o seu direcionamento em superfície, seguindo a calha

original do rio. Neste caso, as águas pluviais permanecem convergindo para as ruas que encobrem os canais e, com frequência, tornam-se locais susceptíveis aos alagamentos. Uma parte desse escoamento ocorre subsuperficialmente, conduzido por dutos que modificam as características naturais do leito.

A relação de dependência do modelado tecnogênico às formas e à compartimentação original do relevo implica na consideração da questão taxonômica. Embora a transformação seja drástica, as antigas várzeas em geral continuam a configurar compartimentos relativamente planos e diferenciados em relação aos compartimentos circundantes. No entanto, sua estruturação original não é mais reconhecível (a não ser por algumas curiosas “anomalias” de traçado viário ou de limites de propriedades que seguem antigos traçados de canais fluviais, e que podem ser reconhecidos como relíquias de uma geomorfologia passada). Fica claro que compartimentos como planícies ou conjuntos de colinas ou morros esculpidos sobre um determinado substrato [...] conquanto modificados, ainda podem ser reconhecidos como tal, enquanto que as formas menores são obliteradas por um recobrimento quase homogêneo de depósitos tecnogênicos (PELOGGIA, 2005, p. 27).

As modificações nas características topográficas, que resultam das intervenções humanas, e a implementação de estruturas de drenagem artificial, que captam e/ou desviam os cursos d’água, provocam mudanças no escoamento superficial, reorganizando os fluxos que circulam na urbe. Em áreas sujeitas a inundação ou alagamento, tais intervenções mostram-se decisivas no sentido de minimizar ou potencializar as ocorrências.

Nos casos de rebaixamento do nível topográfico, podem ser criadas áreas de convergência de fluxos, que, se acumulados superficialmente, ocasionam ou potencializam alagamentos no local. Essa alteração pode ter, no entanto, um direcionamento voltado justamente para evitar tais problemas. Prática recorrente na engenharia voltada para solução de questões hídricas, a construção de bacias de detenção (ou os chamados piscinões) consistem em criar áreas de armazenamento, rebaixando o nível local, com taludes laterais suaves, em forma de arquibancada ou rampas lisas, que captam a drenagem e tendem a minimizar estas ocorrências. Neste caso, as áreas de convergência de fluxos são planejadas e a alteração topográfica é aplicada à solução deste problema.

Do mesmo modo, a topografia local também pode ser elevada. Neste caso, os arruamentos, edificações⁶, desmontes, aterros, entre outros, provocam alterações topográficas de maneira inversa, formando áreas de

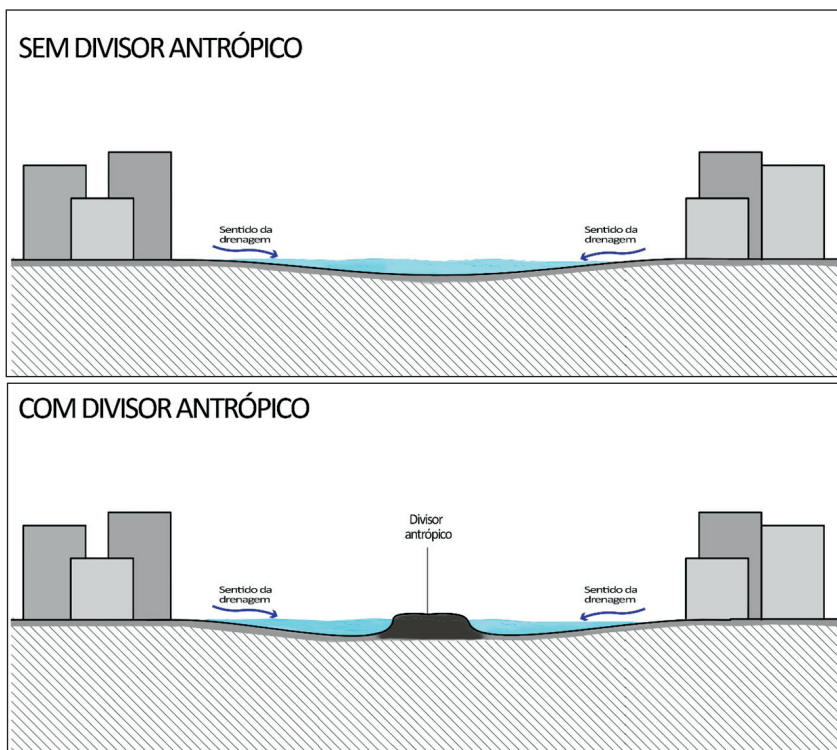
6 Campos de aviação, praças, muros e vias férreas exemplificam estas estruturas construídas de maneira elevada que, comumente, alteram o escoamento das águas em superfície, podendo atuar como divisores de drenagem antrópicos.

divergência de fluxos. Essas elevações reorganizam o escoamento superficial e podem agir como divisores internos de drenagem ou divisores antrópicos (ou ainda interflúvios antrópicos).

Isso significa que, a partir destas áreas artificialmente elevadas, criam-se subdivisões na drenagem, seccionando as bacias, de modo a alterar a sua dinâmica hidrológica (Figura 2). Os divisores antrópicos podem atuar ainda no bloqueio da passagem dos fluxos, redirecionando-os. Neste caso, estas construções servem como barreira para escoamento das águas, contribuindo para a sua acumulação em um determinado ponto (Figura 3).

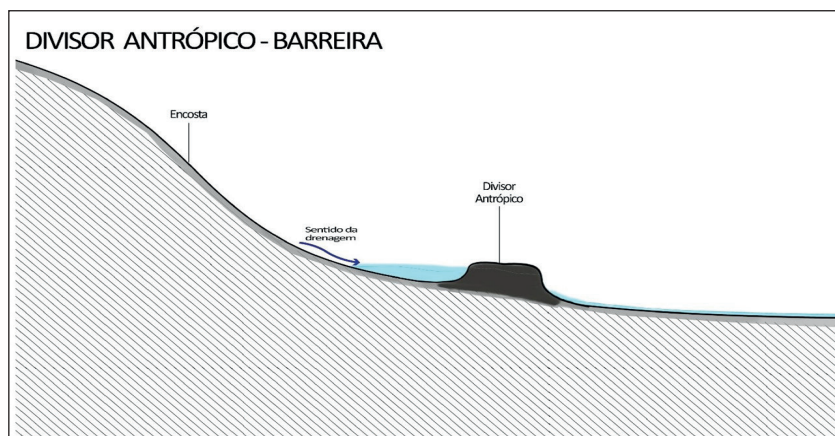
Em bacias urbanas, onde há escoamento pluvial acelerado e concentrado pelos efeitos da impermeabilização, os bloqueios causados por divisores antrópicos com elevado gradiente topográfico geram grandes transtornos ligados aos alagamentos. Tal bloqueio minimiza uma eventual ocorrência a jusante, mas ocasiona ou potencializa localmente o problema. Considerar essas intervenções traz importantes elementos para a análise e o planejamento de drenagem em áreas urbanas.

Figura 2 – O esquema mostra como atuam os divisores de drenagem em áreas planas, seccionando os locais de ocorrência de inundações e alagamentos



Fonte: Elaborado por Fernanda Braga.

Figura 3 – O esquema mostra a atuação do divisor antrópico impedindo o fluxo das águas, chamado de efeito barreira



Fonte: Elaborado por Fernanda Braga.

Ainda em relação aos desníveis existentes nas superfícies urbanas, observa-se que as construções mais recentes se sobrepõem ao nível topográfico das mais antigas, influenciando o direcionamento dos fluxos de águas pluviais. Em alguns casos, estas edificações podem atuar como divisores de drenagem antrópicos, modificando inclusive os locais de ocorrência de inundações ou alagamentos.

Em suma, divisores de drenagem antrópicos são áreas da superfície terrestre construídas pela ação antrópica em posições topograficamente mais elevadas, que passam a atuar como divisores de água, modificando as características do relevo local e as condições de funcionamento dos processos de drenagem. Resultam de aterros ou obras de naturezas diversas, que geram novas direções e/ou bloqueios para a mobilização das águas.

À medida que estas alterações se aprofundam, a presença de divisores antrópicos reconfigura a drenagem da área, acarretando um processo de fragmentação das bacias.

Braga (2018) apresenta a aplicação deste conceito, com o uso de metodologias que permitem identificar os divisores de drenagem antrópicos, para avaliar os impactos da ação antrópica na rede de drenagem da Área Central da cidade do Rio de Janeiro e suas repercussões na dinâmica de alagamento local.

É importante ressaltar que esse é um conceito dinâmico, de aplicação prática para o planejamento em áreas urbanas⁷, cujas formas são frequentemente modificadas de acordo com as demandas de infraestrutura de uma

⁷ As características e efeitos dos divisores antrópicos de drenagem não ocorrem exclusivamente em áreas urbanas. O presente artigo destaca sua atuação nas cidades em função da proposta desta publicação.

cidade. A questão da escala é igualmente relevante, uma vez que a atuação dos divisores antrópicos pode ser perceptível somente através de um grau de detalhamento bastante acentuado. A depender da escala de análise, é possível observar os desníveis criados pela ação do homem, que eventualmente parecem sutis, mas que interferem na drenagem de maneira decisiva, a ponto de potencializar ou modificar os pontos de acúmulo de águas.

Por fim, avaliar uma área edificada, cuja elevação da topografia interfira na drenagem, configurando um divisor antrópico, requer um estudo prévio e detalhado das condições físicas pretéritas locais, para atestar que sua alteração advém realmente de um processo antrópico.

Considerações finais

A interação entre elementos físicos e humanos torna-se cada vez mais complexa, na medida em que as intervenções antrópicas alteram profundamente elementos da paisagem, no processo de construção do espaço geográfico.

As mudanças decorrentes do avanço da ocupação urbana trazem impactos ao meio ambiente e à sociedade, modificando os processos e formas existentes, e criam a demanda por ajustes contínuos para solucionar os problemas decorrentes das alterações produzidas. Este capítulo buscou contribuir para essa discussão, sem a pretensão de esgotá-la, com apontamentos, análises e uma proposta conceitual ligada às mudanças provocadas pela ação do homem na superfície terrestre, que interferem na sua topografia e, portanto, na dinâmica de circulação e acumulação das águas.

Nesse sentido, novas reflexões teórico-conceituais, bem como o desenvolvimento de metodologias sobre esta questão, precisam ser continuamente produzidas para atender o aprofundamento de tal complexidade. A perspectiva multiescalar, em que cada escala se associa a uma pertinência na análise espacial, possibilita enxergar sob diversas óticas um mesmo fenômeno. Em estudos de inundações e alagamentos este é um caminho metodológico importante, já que as diferentes escalas trazem contribuições distintas para a análise das bacias hidrográficas, evidenciando desde o seu caráter sistêmico até as especificidades locais concernentes à drenagem. Articular as análises multiescalares contribui para uma leitura da realidade mais precisa, auxiliando no planejamento de políticas públicas mais eficientes.

O planejamento urbano, não obstante, deve ser democrático no pensar e agir sobre questões nas quais atuam. As estruturas construídas precisam considerar as necessidades da população nas suas mais diversas demandas para uma ação mais efetiva sobre os problemas que afetam a sociedade.

REFERÊNCIAS

AZAMBUJA, R. N. *Análise Geomorfológica em áreas de expansão urbana no município de Garanhuns-PE*. Recife. 2007. 148 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) – DCG, Universidade Federal de Pernambuco, 2007.

BRAGA, F. F. *A atuação dos divisores de drenagem antrópicos: reflexões sobre a influência da ação antrópica nas redes de drenagem aplicadas ao estudo dos alagamentos na área central da cidade do Rio de Janeiro*. Tese (Doutorado) – Universidade Federal Fluminense, Niterói, 2018.

CARDOSO NETO, A. *Sistemas urbanos de drenagem*. Florianópolis: Laboratório de Drenagem do Departamento de Engenharia Sanitária da Universidade Federal de Santa Catarina, 1998. Disponível em: <http://www.ana.gov.br/AcoesAdministrativas/CDOC/ProducaoAcademica.asp>. Acesso em: 15 jul. 2008.

CARVALHO, D. F. de. Hidrologia. [S.l.], ago. 2006. Disponível em: <http://www.ufrrj.br/institutos/it/deng/leonardo/downloads/APOSTILA/HIDRO-Cap3-BH.pdf>. Acesso em: 17 set. 2017.

COELHO, M. C. N. Impactos ambientais em áreas urbanas – Teorias, conceitos e métodos de pesquisa. In: CUNHA, Sandra B. da; GUERRA, Antônio J. T. (org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001.

FANNING, D. J.; FANNING, M. C. B. *Soil: morphology, genesis and classification*. New York: John Wiley & Sons, 1989.

FINKLER, R. *A Bacia hidrográfica: planejamento, manejo e gestão de bacias*. Disponível em: http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf. Acesso em: 25 ago. 2017.

FUJIMOTO, N. S. V. M. Considerações sobre o ambiente urbano: um estudo com ênfase na geomorfologia urbana. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 16, p. 76-80, 2005.

GOUDIE, A. *The human impact on the natural environment*. 4. ed. Cambridge-Massachusetts: The MIT Press, 1994.

HAFF, P. K. *Neogeomorphology, prediction and anthropic landscape*. Durham: Duke University – Division of earth and ocean sciences – Nicholas school of the Environmental and earth sciences, 2001.

PEDRO, L. C. Geomorfologia urbana: impactos no ambiente urbano decorrente da forma de apropriação, ocupação do relevo. *Geografia em Questão*, [S.l.], v. 4, n. 1, 2011. DOI: 10.48075/geoq.v4i1.4277. Disponível em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/4277>. Acesso em: 15 abr. 2021.

PEDRO, L. C.; NUNES, J. O. R. As ações antrópicas e as formações tecnogênicas: o caso do Jardim Humberto Salvador em Presidente Prudente. *Revista Geografar*, Curitiba, v. 4, n. 2, p. 119-142, jul./dez. 2009.

PELOGGIA, A. U. G. A cidade, as vertentes e as várzeas: a transformação do relevo pela ação do homem no município de São Paulo. *Revista do Departamento de Geografia*, v. 16, p. 24-31, 2005.

PHILIPPI, Jr. A. *Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável*. Barueri-SP: Manoele, 2005 (Coleção Ambiental; 2).

RISER, J. *Érosion et paysages naturels*. Paris: Flammarion, 1995.

RODRIGUES, C. On Anthropogeomorphology. In: REGIONAL CONFERENCE ON GEOMORPHOLOGY. 1999. Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: IAG/UGB, 1999.

ROHDE, G. M. *Epistemologia ambiental*. Porto Alegre: Edipucrs, 1996.

ROSS, J. L. S. O registro cartográfico dos fatos geomórficos e a questão da taxonomia do relevo. *Revista do Departamento de Geografia*, FFLCH-USP, v. 6, 1992.

SILVA, C. F. A. *Relevo Antropogênico: mineração de ferro e a intervenção humana*. Curitiba: Appris, 2016.

STEVAUX, J. C.; LATRUBESSE, E. M. *Geomorfologia fluvial*. São Paulo: Oficina de textos, 2017.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: TUCCI, Carlos E. M.; MARQUES, M. L. da Motta (org.). *Avaliação e controle da drenagem urbana*. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2000.

TUCCI, C. E. M.; HESPANOL, I.; NETTO, O. de M. C. *Gestão da água no Brasil*. Brasília: Unesco, 2001.

VILLELA, S. M.; MATTOS, A. *Hidrologia Aplicada*. São Paulo: McGraw-Hill do Brasil, 1975.

WILKINSON, B. H. Humans as geologic agents: a deep time perspective. *Geological society of America*, v. 33, n. 3, p. 161-164, mar. 2005.

O RIO SÃO FRANCISCO E AS PALEODUNAS DO SERTÃO NORDESTINO: uma análise ecodinâmica da paisagem

*Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco
Reinaldo Pacheco dos Santos
Márcia Bento Moreira
Jairton Fraga Araújo*

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Introdução

O Rio São Francisco, conhecido como Rio Opara, traça o caminho das águas para o mar. A obra “Opara: formação histórica e social do submédio São Francisco” de Esmeraldo Lopes (1997) descreve que nas suas margens encontram-se “árvores, arbustos e matos pequenos enroscam, formando um longo e estreito cinturão verde estirado em curvas no meio de uma vegetação cinzenta, baixa, espinhenta e retorcida: a caatinga” (GONÇALVES, 1997, p. 12).

O São Francisco se constitui como o responsável pelo suprimento de água na maior parte do Sertão Semiárido do Nordeste brasileiro, abastecendo as populações ribeirinhas como água para atender às suas necessidades cotidianas (abastecimento humano, agricultura irrigada, dessedentação animal, entre outros). É o Rio São Francisco o elemento chave para a manutenção do polo agrícola irrigado do Vale do São Francisco, que tem destaque em nível internacional pela exportação de frutas.

Como um oásis no deserto, atravessa dos sertões da Bahia ao Ceará, de Pernambuco ao Piauí, se tornando o refúgio dos ribeirinhos assolados pela estiagem prolongada e periódica oriunda das condições climáticas naturais. Este rio é alimentado pelos seus muitos afluentes e subafluentes, alguns intermitentes, outros efêmeros e alguns perenes, formando uma rede de drenagem relevante para a dinâmica socioeconômica da região, corroborando assim, para o seu inestimável valor histórico e socioeconômico.

No decorrer do tempo histórico construiu em seu curso inúmeros campos paleodunares, coadjuvado pelos ventos de sudeste e pelas condições paleoclimáticas atuantes, que hoje são referências para estudos e pesquisas acerca do quaternário do Nordeste brasileiro. Entretanto, é adequado ressaltar que no Brasil existem cerca de três áreas geográficas com dunas eólicas interiores,

destacadas por Giannini *et al.* (2005), que têm sido alvo de várias pesquisas. Estas dunas situam-se exatamente nas seguintes áreas: baixo Rio Negro (AM), Pantanal (MS) e, no médio Rio São Francisco (BA), sendo esta última, foco dessa investigação.

Dois registros paleológicos despontam alterações vegetacionais e climáticas da região da caatinga nordestina: o registro continental da caatinga dos campos de dunas fósseis do médio Rio São Francisco (BA) e o registro de sedimentos marinhos a leste de Fortaleza (CE). Os apontamentos relacionados com os campos paleodunares em pauta neste estudo, tem sedimentos datados em 10.990 anos A.P. e desvela condições climáticas totalmente díspares das atuais, já que da transição Pleistoceno/Holoceno até cerca de 10.540 anos A.P., o clima da região era úmido e moderadamente mais frio que o atual, possibilitando a fixação de uma floresta tropical exuberante com afinidade florística com as florestas Amazônica e as da Costa Atlântica, se manifestando como enclaves ou remanescentes de floresta densa no ecossistema caatinga (OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Entretanto, as primeiras validações paleoclimáticas das áreas de dunas do Rio São Francisco foram de Domingues (1948) que atribuiu a origem destes campos à fase de marcante aridez no decurso do último período glacial do Hemisfério Norte. Segundo este autor, o Rio São Francisco no Pleistoceno, teria assumido caráter senil, estadeando sedimentação intensiva, com curso divagante por conta da competência de transporte que se apresentava insuficiente para carrear toda a sua carga sedimentar.

Os campos paleodunários também foram interpretados como evidência geomorfológica de clima pretérito mais seco que o atual, e segundo Tricart (1974), teria existido durante o Último Máximo Glacial (UMG) iniciado há cerca de 17.500 anos. Na época, na concepção deste autor, existiria uma drenagem endorreica, que finalizava num lago, e a atual característica exorreica teria sido obtida no fim da última glaciação há cerca de 12.000 anos A. P.

Neste sentido, nesta pesquisa analisou-se a origem e evolução das paleodunas do médio Rio São Francisco, especificamente no município de Casa Nova/BA, com vistas a compreender a ecodinâmica da paisagem e a relação sociedade-natureza neste território paleodunar. O território paleodunar de Casa Nova, faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Lago Sobradinho, criada por meio de decreto pelo Governo do Estado da Bahia (VELLOSO *et al.*, 2002), tendo uma área aproximada de 1.018.000, 00 ha.

O lago de Sobradinho está localizado no Rio São Francisco, a aproximadamente 50km à montante da cidade de Juazeiro (BA), foi construída com o objetivo principal de regular a vazão do rio. A construção do reservatório inundou cerca de 4.214km², obrigando a realocar em torno de 12.000 famílias dos municípios atingidos (CHESF, 2018).

Sendo assim, o reservatório tem cerca de 320 km de extensão, com uma superfície de espelho d'água de 4.214 km² e uma capacidade de armazenamento de 34,1 bilhões de metros cúbicos em sua cota nominal de 392,50 m, constituindo-se no maior lago artificial do mundo, garantindo assim, através de uma depleção de até 12 m, sendo o volume útil do reservatório de 28.669 Hm³ e a vazão regularizada de 2.060 m³/s (CHESF, 2018).

Neste aspecto, esta é uma pesquisa de natureza aplicada, quali-quantitativa, exploratória, bibliográfica e de campo, fundamentada no método dialético, onde utilizou-se como base fundante a Teoria Ecodinâmica de Tricart (1977) e a Teoria GTP (Geossistemas-Territórios-Paisagens) de Bertrand e Bertrand (2007), e os resultados apontam para uma necessidade de implementação de um Plano de Conservação Ambiental (PCA) para a área de estudo, com vistas a mitigar os impactos naturais e antropogênicos resultantes da relação estabelecida entre a sociedade e a natureza neste geossistema, com vistas a conservação deste patrimônio natural.

Referencial Teórico

O Rio São Francisco e a sua relevância geo-histórica e paleoecossistêmica

Para conhecer o valor indescritível do Rio São Francisco é primordial mergulhar em construções teóricas clássicas, como é o caso da obra “O Rio São Francisco e a Chapada Diamantina” resultante do trabalho de Teodoro Sampaio (geógrafo, naturalista) na Comissão Hidráulica para estudar os portos e a navegação interior do Brasil. Neste trabalho ele retrata de forma pioneira, relatos primorosos de trabalhos de campo que trazem à baila o que futuramente veio a se calhar como “o imagético discurso da Região Nordeste que é a pobreza retirante, indolente e preguiçosa, o misticismo religioso e a violência do coronelismo” (SÁ, 2018, p. 7). De acordo com este autor:

Se hoje no cenário territorial nordestino a fome e a miséria ainda constituem elementos marcantes, há quase 130 anos o referido geógrafo nos descreve esse quadro de maneira pungente, muito embora sem tocar nos fatores sociais e históricos à sua feitura e funcionalidade. E nós atendo ao presente, denota-se que nessa escala espaço/temporal poucas ações políticas efetivas foram executadas com vista à superação estrutural das desigualdades sócio territoriais vigentes nesse fragmento do território brasileiro (SÁ, 2018, p. 7).

Assim, na concepção de Sá, Teodoro Sampaio destaca o São Francisco como a redenção nordestina, seja através da consignação de vultosos empreendimentos agropecuários (extremamente capitalizados e seletivos), seja como fonte de abastecimento ao Semiárido pelos grandes sistemas de engenharia de transposição (SÁ, 2018). O autor acrescenta ainda que Sampaio nesse inédito e precioso “trabalho de campo”, não deixa de abordar três temáticas que, de alguma maneira, baliza o imagético/discursivo nordestino até o presente, que é a religiosidade, o coronelismo e o cangaço.

A bacia hidrográfica do Rio São Francisco corresponde a 8% do território nacional estendendo-se desde Minas Gerais até o oceano Atlântico, onde deságua, na divisa dos estados de Alagoas e de Sergipe. Essa vasta área percorre 505 municípios, em seis estados, sendo Minas Gerais, Goiás, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2015).

Da nascente até a foz, o rio atravessa vários estados do Sudeste e Nordeste, desaguando no oceano Atlântico e drenando uma área de aproximadamente 641.000Km², chegando a medir 2. 863 km. De todo esse trecho, apenas 208 km constitui a extensão navegável do baixo São Francisco (MENDES, 2013).

Assim, a bacia hidrográfica do São Francisco se constitui numa das 12 regiões hidrográficas brasileiras, sendo dividida, para fins de planejamento, em quatro zonas ou regiões fisiográficas. As principais unidades de estudo e planejamento são as regiões fisiográficas da bacia demonstradas no mapa 8, e sua divisão em: Alto (cerca de 40% da área da bacia hidrográfica), Médio (39% da área da bacia hidrográfica), Submédio (17% da área da bacia) e Baixo São Francisco (5% da área da bacia hidrográfica) (CBHSF, 2015).

De acordo com o Comitê da Bacia Hidrográfica do São Francisco (CBHSF), cerca de 54% do território da bacia está localizado no Semiárido brasileiro, tendo registro de períodos críticos de estiagem. Porém, apesar das adversidades, possui uma diversidade ambiental expressiva, abrangendo quatro ecossistemas/biomas: a Caatinga, o Cerrado, fragmentos de Mata Atlântica, além da área estuarina do rio. Entre os principais reservatórios existentes no Rio São Francisco, para controle de sua vazão e/ou geração de energia hidroelétrica, estão as barragens de Três Marias, em Minas Gerais, Sobradinho, Paulo Afonso e Itaparica, na Bahia, e Xingó localizado entre os estados de Alagoas e Sergipe (CBHSF, 2015).

A hidrelétrica de Sobradinho encontra-se localizada entre os municípios de Sobradinho e Casa Nova na Bahia, tendo sua usina uma potência instalada de cerca de um milhão e cinquenta mil KV. Seu reservatório conta com uma superfície de espelho d’água de aproximadamente quatro mil, duzentos e dezenove quilômetros quadrados, podendo armazenar até trinta e quatro

bilhões de metros cúbicos de água, o que a torna o terceiro maior lago artificial do mundo (MENDES, 2013).

Mediante tais premissas, destaca-se que os aspectos naturais que bordeiam o São Francisco foram descritos por vários naturalistas e viajantes, que pelo Vale do São Francisco passaram. A reprodução da natureza auferiu ênfase por meio da narrativa de Burton (1977). A preocupação de Burton em proporcionar conhecimento científico é passível de identificação quando ele pontua que o naturalista que se debruçar a estudar à ictiologia do São Francisco certamente terá resultados magníficos na coleta de dados (BURTON, 1977).

Nesse sentido, a área pesquisada situa-se às margens do Rio São Francisco (Figura 1), abrangendo vasta área paleodunar de municípios baianos, tais como, Remanso, Pilão Arcado, Sento Sé, Barra, Xique Xique, Rodelas, focalizando no município de Casa Nova/BA, descrevendo um legado de climas mais áridos que o atual. Esse tipo de paleoambiente exprime estruturas originais parcialmente modeladas pelo intemperismo e erosão pluvial e fluvial e, são encontradas em algumas partes do planeta, em desertos atuais ou nas suas adjacências fornecendo assim dados correlacionados a climas e ventos de outros períodos da história geológica (PACHECO, 2014).

Figura 1 – O Rio São Francisco e seus campos paleodunares



Fonte: Pacheco (2021).

As paleodunas resultam do acentuado fluxo de sedimentos carreados pelo próprio Rio São Francisco com ocorrência mais intensa e cobertura vegetal rarefeita, exigindo significativo suprimento de areia com granulação variando entre fina e muito fina, além da intensidade e velocidade dos ventos para o transporte das partículas arenosas. Ademais, as paleodunas

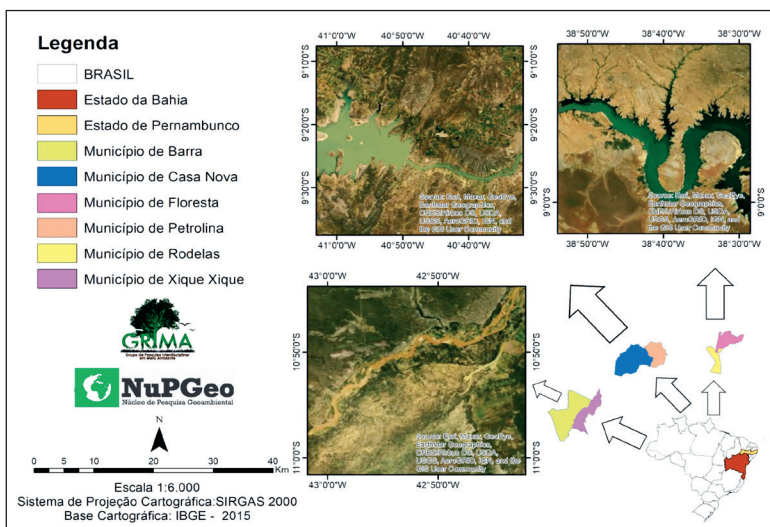
fixadas ou inativas, se manifestam sobre um regime climático mais árido se apresentando como estabilizadas ou fósseis, não estando sujeitas a remobilização pelo vento. Geralmente estão cobertas por vegetação nativa e, suas formas originais são parcialmente modificadas por processos erosivos pedogenéticos e/ou antropogênicos (PACHECO, 2021).

O Rio São Francisco e a construção geossistêmica de paleodunas em seu curso

As paleodunas do médio Rio São Francisco estão situadas, em determinados territórios, dentro de Áreas de Proteção Ambiental (APAs). Os campos de paleodunas existentes entre Xique Xique e Barra na Bahia pertencem a APA Dunas e Veredas do Médio São Francisco, criada pelo Decreto nº 6.547 de 18 de julho de 1997 (BAHIA, 1997). Já os campos paleodunares de Casa Nova também na Bahia, pertencem a APA Lago de Sobradinho, criada pelo Decreto nº 9.957 de 30 de março de 2006 (BAHIA, 2006; SANTOS *et al.*, 2022).

Contudo, os campos de paleodunas existentes em Rodelas (BA), Floresta e Petrolina (PE), e ainda não fazem parte de nenhuma área de conservação e/ou preservação ambiental. Nas áreas que pertencem a APAs, a decisão de criação se deu por considerar a singularidade das formações geológicas de dunas como ocorrência única no Nordeste brasileiro, sendo geralmente circundados pela Depressão Sertaneja (SANTOS, 2022).

Figura 2 – Localização dos territórios paleodunares do São Francisco



Fonte: Santos (2022).

No que diz respeito a área dos campos paleodunares de Barra e Xique Xique (BA) as altitudes variam entre 400 e 800 m, onde as feições relacionadas à sedimentação eólica foram analisadas quanto às características sedimentológicas e morfológicas, modificações pós-deposicionais e padrões pretéritos de paleoventos. Estudos de Barreto apontam o predomínio de cinco domínios geomorfológicos existentes nesta área, que são: fluvial, lençóis de areia, dunas com morfologia nítida, dunas com morfologia tênue e nítida e dunas dissipadas (BARRETO, 1996).

No que tange aos campos paleodunares de Casa Nova na Bahia, a altimetria da área varia de 0 a 700m, estando geomorfológicamente na Depressão Sertaneja Meridional e Depressão do Médio São Francisco. A área é formada também por planícies e terraços fluviais do Rio São Francisco, composta por latossolos amarelo eutrófico, neossolos quartzarênicos órticos e flúvicos, entre outros. O clima é semiárido quente e a vegetação é de savana-estépida arborizada e arbustiva (PACHECO, 2020). De acordo com Pacheco *et al.* (2020), os campos de Casa Nova possuem a mesma gênese que os demais campos e seus impactos ambientais são similares aos dos demais municípios já mencionados.

No que tange aos campos paleodunares de Rodelas (BA) denominado “Deserto de Surubabel”, um Relatório de Visita Técnica do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (INEMA) de 2012 publicado pelo Comitê Estadual da Reserva da Biosfera da Caatinga (CERBCAAT) da Bahia, revela que este cenário surpreende aos visitantes pela beleza, degradação e processo acelerado de desertificação. O solo está quase sem nenhum material orgânico e, transmite a impressão de que se está à beira de um oceano em plenas margens do Rio São Francisco (PACHECO *et al.*, 2020, p. 236).

Em relação aos campos de paleodunas de Petrolina (PE) o município se insere na Província Borborema e a Província ou Cráton do São Francisco, correspondentes “litologicamente a área se caracteriza por apresentar faixas extensas de sedimentos finos dobrados, como metassedimentos, em geral com baixo grau de metamorfismo [...] estando sobre uma faixa de colagem ou amalgamento de unidades cratônicas” (CABRAL, 2014, p. 24). Estes depósitos arenosos apresentam extensão de aproximadamente 148 km², dispostos a Oeste/Sudoeste. Na direção Norte/Sul tem comprimento total de 11 km, e de Leste/Oeste 23 km (LIMA *et al.*, 2014).

E por fim se tem as feições arenosas existentes às margens do Lago de Itaparica no Município de Floresta (PE) também inserida no contexto da Depressão Sanfranciscana. A área compreende uma vasta planície assimétrica com aproximadamente 12 km de eixo norte/sul e 08 km no eixo leste/oeste, totalizando 08 km². A área foi estudada por Ferreira, Correa e Barreto (2013), onde, segundo eles, a geologia desta é composta por revestimentos superficiais quaternários que estão assentados discordantemente sobre as rochas metamórficas mesoproterozóicas do Complexo Belém de São Francisco. Ademais, a geomorfologia da região é constituída por um mosaico formado por pedimentos, maciços residuais e *inselbergs* (SANTOS *et al.*, 2022).

Posto isto, é crucial se dizer que no contexto da bacia do São Francisco tem-se desde incontáveis campos de paleodunas até importantes centros urbanos, amplas paisagens naturais e de sítios arqueológicos. Schobbenhaus *et al.*, (1984, p. 242) aponta ser os campos de paleodunas do médio Rio São Francisco o “único exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil”, classificando estes como “depósitos eólicos pleistocênicos” do cráton do São Francisco.

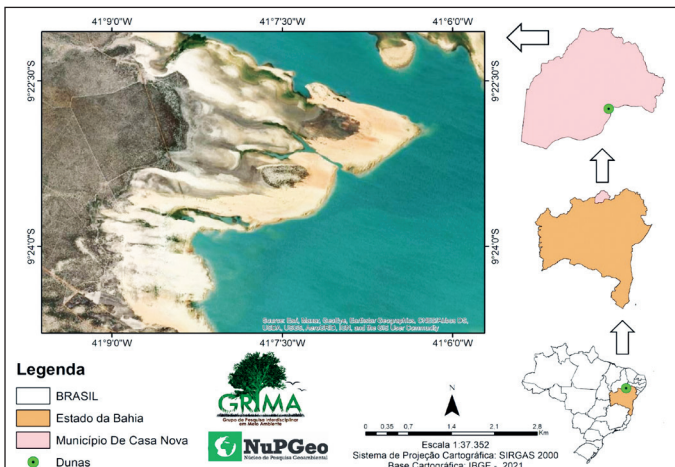
Em suma, na ótica de Ferreira, Correa e Barreto (2013), as condições paleoclimáticas do Vale do São Francisco permitiram o desenvolvimento de campos de dunas fluviais nos estados da Bahia e de Pernambuco. Desse modo, pode-se afirmar que a principal fonte das areias é o próprio Rio São Francisco que drena relevantes fontes de substâncias arenosas, a exemplo das encostas íngremes da Serra da Canastra (MG); a borda oeste da Chapada Diamantina e; a Bacia Sedimentar do São Francisco (BA), além da borda sudeste da Bacia Sedimentar do Parnaíba (PI) (SANTOS *et al.*, 2022).

Metodologia

Localização Geográfica

Os territórios paleodunares de Casa Nova/BA (Figura 3) localizam-se nas coordenadas geográficas (latitude 9°25'18 "S e longitude 41°08'59" W), nas margens do Rio São Francisco e nas bordas da Serra do Frade, no município de Casa Nova, Estado da Bahia, tendo cerca de 36.170m² de extensão.

Figura 3 – Localização da área da pesquisa



Fonte: Pacheco (2020).

Tais feições arenosas estão dispostas no Sertão Semiárido do Nordeste brasileiro que é uma região caracterizada por forte insolação chegando a atingir cerca de 2.800 horas/anuais, apresentando altas temperaturas, onde as médias variam entre 23° e 27°C. O regime de chuvas é marcado pela irregularidade, com precipitações concentradas no período de três meses em média, fator este, determinante para manter as altas taxas de evapotranspiração, configurando-se em *déficit* hídrico e desenhando áreas totalmente susceptíveis à degradação.

A unidade geotectônica denominada de bacia do São Francisco corresponde ao segmento ocidental do cráton do São Francisco, sendo que a porção cratônica da bacia possui cerca de 500.000 km², engloba parte dos estados de Minas Gerais, Bahia e Goiás. No entanto, o extremo oeste do estado da Bahia, principalmente a margem esquerda do rio de mesmo nome possui a ocorrência de inúmeros campos paleodunários. Sua área, em território baiano é de 103.390 km², o que equivale a 18,40% da superfície total do Estado. O prosseguimento para sul atinge parte considerável do norte do estado de Minas Gerais (PACHECO, *et al.*, 2021).

Em se tratando de arqueologia, Schobbenhaus *et al.* (1984) reconhece que os campos de paleodunas do médio Rio São Francisco são o principal exemplo de formações dunares de ambiente desértico quaternário no Brasil, classificando esses depósitos no campo dos “depósitos eólicos pleistocênicos” do cráton do São Francisco. Corroborando com a afirmação Schobbenhaus e Giannini *et al.* (2005) preconizam que o Rio São Francisco foi o único responsável por suprir as areias do sistema paleodunar do médio Rio São Francisco (BA), sendo que estas, portanto, foram transportadas pelos ventos de SE e E, e controladas topograficamente pelas elevações estruturais existentes no entorno da referida área.

Tipologia da Pesquisa

A presente pesquisa é de natureza aplicada, quali-quantitativa, exploratória, bibliográfica e de campo. A escolha do objeto de estudo, do *locus* da pesquisa se deu por intencionalidade e acessibilidade (BARDIN, 2016). Para que os resultados reportados nesta pesquisa tenham maior credibilidade, esta se fundamenta no método dialético, muito empregado em pesquisas qualitativas por considerar que os fatos não podem ser considerados fora de um contexto social. A coleta de dados em campo se deu a partir de visitas *in loco* para observação sistemática, registro, análise e interpretação dos dados analisados.

Utilizou-se a técnica aerofotogramétrica, a partir de uma Aeronave Remotamente Pilotada (RPA), onde as imagens de satélite foram obtidas por meio do *software* SAS Planet conectado ao provedor de imagens de satélites *Bing Maps* da empresa *Microsoft*. A indicação da coordenada geográfica foi

obtida através do cruzamento dos dados EXIF analisados nas imagens do RPA com os dados geográficos do provedor de imagens de satélite configurado com zoom de 20x e projeção ajustada para o sistema WGS84 *LatLong*. Os arquivos foram salvos em formato JPG (*Joint Photographic Experts Group*).

Para a obtenção dos dados referente as coordenadas geográficas e altitude de cada imagem foram analisados os dados EXIF (*Exchangeable Image File Format*) contidos nos arquivos DNG. Estes metadados contém as informações sobre as condições técnicas de cada imagem.

A pesquisa está devidamente cadastrada e registrada na plataforma do Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen) sob o registro nº A549CB5, em razão da área da pesquisa estar situada numa Unidade de Conservação (UC) – Área de Proteção Ambiental Lago de Sobradinho (APA).

Análise dos Dados

No que diz respeito a fotogramétrica da área, as imagens capturadas pelo sensor CMOS do RPA foram processadas em formato DNG (Digital Negative) usando o modo de fotografia HDR (*High Dynamic Range*) com disparo contínuo de 3 quadros, com resolução de 12 MP e imagens no padrão 16:9: 4056×2280 com alcance ISO: 100 em modo manual. Cada disparo fotográfico gerou 3 arquivos (modo HDR) que foram unificados através do software Adobe Photoshop CC 2019 e convertidas em formato PNG (*Portable Network Graphics*).

O mapeamento aéreo viabilizou uma análise precisa da paisagem e de seu ordenamento ou (desor)denamento, sendo um indispensável indicador e validador da necessidade de um plano interventivo, elaborado a partir do Plano de Conservação Ambiental (PCA) para a área em estudo. De maneira geral, a área pesquisada possui um perímetro de aproximadamente 500m², tendo um polígono aproximado de 2km², sendo possível captar imagens contendo a visualização de cerca de 50km².

Resultados e Discussões

Análise ecodinâmica da paisagem paleodunar

As mudanças paleoambientais ocorridas na superfície terrestre durante o Quaternário principalmente as de natureza paleoclimática, que deixaram inúmeros evidências e indicadores ligados aos fenômenos naturais que preservam o registro das condições pretéritas, se constituindo em arquivos naturais.

No Brasil, os depósitos eólicos ativos, podem ser classificados em dois tipos: o primeiro denominado por Giannini *et al.*, (2005) de dunas livres e

lençóis de areia e o segundo, denominado de dunas semifixas ou vegetadas (exclusivas de áreas costeiras). Os campos de dunas livres consistem em grandes massas individuais de areais em movimentos e, os lençóis de areia, são massas eólicas em movimento, sem superimposição de dunas e com relevos negligenciáveis (PACHECO, 2020).

King (1956) assegura que as areias eólicas do médio Rio São Francisco seriam resultantes do ciclo erosivo posterior às superfícies velhas, que teria originado o aplainamento pliocênico-pleistocênico. Este autor admitiu que o canal principal do rio seguia para NW (Noroeste) e desembocava no Rio Tocantins, mas, por captura fluvial, teria chegado à posição atual.

Tricart (1974) interpretou os campos paleodunares como evidência geomorfológica de clima pretérito mais seco que o atual, que segundo ele teria existido durante o Último Máximo Glacial (UMG) iniciado há cerca de 17.500 anos. Na época, na concepção deste autor, existiria uma drenagem endorreica, que finalizava num lago, e a atual característica exorreica teria sido obtida no fim da última glaciação há cerca de 12.000 anos A. P.

Tricart (1977) juntamente com Goudie (1983) incluíram os campos de dunas do Rio São Francisco numa distribuição mundial de áreas submetidas a atividades eólicas durante o último máximo glacial. Atrelado a isso, Schobbenhaus (1984) admitiu ser estes os únicos exemplares de formações dunares típicas de ambiente desértico quaternário no Brasil.

É relevante destacar que a área em estudo não se trata de depósitos eólicos [feitos pelo vento], mas sim, depósitos fluviais, elaborados e transportados pelo Rio São Francisco em um dado momento e com características totalmente diversa da atual, sendo que as paleodunas foram trabalhadas pela vegetação, ficando assim estabilizadas, sendo por esta razão também denominadas de dunas fixas ou fixadas, porém, possuindo equilíbrio muito frágil. É a condição de presença e densidade das espécies vegetais que essencialmente determina o estado de evolução e estabilidade de uma formação de dunas, se constituindo em móveis, fixas e semifixas.

Investigações de Barreto e Suguio (1993) e Barreto (1996), a partir de dados sedimentológicos dos campos paleodunares na região de Barra e Xique Xique na Bahia, indicaram que o Rio São Francisco foi praticamente a única fonte de areias para os campos de dunas que o bordeiam. Estes autores compararam a carga sedimentar atual transportada pelo rio com o volume estimado de areia e concluíram que seriam necessários, no mínimo, 100.000 anos para que toda a areia fosse acumulada na área.

Corroborando com a teoria ventilada por Barreto e Suguio (1993), Pacheco e Oliveira (2017) e Pacheco (2014; 2020) analisaram as condições climatológicas, padrões, direções e velocidades dos ventos e outros fatores climatobotânicos dos últimos 30 anos, além de realizarem análises laboratoriais de amostras dos depósitos superficiais e depósitos no leito do Rio São

Francisco na área de Barra e Xique Xique e constataram que a gênese dos campos paleodunares preponderantemente é do Rio São Francisco, e o vento apenas contribui com o retrabalhamento destes campos em algumas partes, já que noutras, os mesmos são considerados como dunas fixadas.

Sendo assim, é possível afirmar que a gênese destes campos paleodunares que margeiam o Rio São Francisco é única, não havendo divergência na sua formação nos muitos municípios que abrange (Remanso, Pilão Arcado, Sento Sé, Barra, Xique Xique, Rodelas, Casa Nova, sendo que este último, é o foco dessa investigação), seguindo o curso do próprio rio (PACHECO, 2014). O que diverge é o seu processo evolutivo, já que depende das características locais (solo, pluviosidade, processo erosivos, ações antropogênicas, entre outros fatores), cabendo conseqüentemente, análise individualizada quando se tratar de elaborar planos de manejo e conservação dos paleoambientes.

O território paleodunar de Casa Nova, faz parte da Ecorregião Dunas do São Francisco, sendo totalmente circundada pela ecorregião da Depressão Sertaneja Meridional, altitude varia de 450-500 m na área das dunas propriamente ditas, e de 150-700 m nas demais partes da ecorregião. Na parte mais baixa entre as dunas, possui relevo muito plano (Tabuleiro de Remanso, na parte central da ecorregião), e com vegetação de caatinga agrupada em moitas, predominantemente arbustiva. O território paleodunar de Casa Nova também faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Lago Sobradinho, criada por meio de decreto pelo Governo do Estado da Bahia (VELLOSO; SAMPAIO; PAREYN, 2002), tendo uma área aproximada de 1.018.000, 00 ha.

Neste aspecto, a existência de ambiente dunares abre várias possibilidades concernentes aos aspectos de recreação e paisagísticos. Todavia a ocupação vem progredindo nessas áreas ao longo das décadas e provocando a descaracterização dos ambientes naturais. É possível observar, de maneira geral, que não há estímulo por parte da sociedade e de órgãos ambientais, para uma ocupação urbana mais concentrada, com o propósito de minorar os impactos sobre os recursos naturais e conseqüentemente, sobre as paisagens (BEHR, 2014).

Na intenção de entender a paisagem de forma integrada, onde seus componentes ambientais se inter-relacionam sistemicamente, utilizou-se como fundamento a Teoria Geossistêmica, visto que essa possui uma visão de conjunto indissociável dos elementos da paisagem. A metodologia adotada teve o propósito de realizar uma caracterização fisico-natural da área de estudo e elucidar os impactos ambientais verificados na área, propósitos essenciais para o estudo geoambiental. A Teoria Geossistêmica possibilita avaliar o acondicionamento, o arcabouço, a classificação e os intercâmbios dos elementos da paisagem, as características dimensionais, os níveis de equilíbrio ou alteração, o nível de utilização e de relevância socioeconômicas e o coeficiente de interferência humana (MAGALHÃES; SILVA, 2012).

É indiscutível como nas áreas paleodunares do Rio São Francisco o grau de fragilidades destes ambientes tem avançado, e apesar de sua maioria serem dunas fixadas, é imprescindível monitorar o estado destas, por se tratar de uma relíquia do cenário de grandes mudanças climáticas ocorridas na história recente da Terra.

De acordo com Pacheco *et al.* (2021), dentre os impactos naturais encontrados nas áreas paleodunares do Rio São Francisco, especificamente nos campos de Casa Nova, tem-se:

- i. O trabalho do rio denominado de erosão fluvial ou linear, horas mais intenso (durante o período de maior pluviosidade ou de aumento do nível de água pela liberação da CHESF), horas mais lento;
- ii. A ação do vento conhecido como erosão eólica, que promove o retrabalhamento do modelado dunar, esculpindo e/ou sedimentando os ambientes;
- iii. O trabalho das chuvas, conhecido como erosão pluvial, compreendendo as fases de pluviosão, deplúvio e aplúvio (GUERRA, 2008);
- iv. O efeito das enxurradas, ou seja, erosão laminar, através do escoamento superficial difuso da água da chuva, que quando se concentra em linhas de fluxo provocam sulcos, ravinas e voçorocas;
- v. A erosão elementar, onde um conjunto de fatores concorrem lentamente para transformação das paisagens, também conhecida como intemperismo;
- vi. A erosão superficial, conhecida como erosão dos solos ou erosão acelerada, que desgasta a superfície da crosta terrestre;
- vii. A presença de dunas semifixas ou estáveis (cobertura vegetal pioneira que reduz a erosão eólica) e fixas onde os sedimentos arenosos estão totalmente cobertos por vegetação arbóreo-arbustiva;
- viii. As áreas onde o fator pedogenético se sobressai, e os solos são cobertos pelo processo de migração (paleossolos);
- ix. As áreas onde o fator sedimentológico se sobrepõe e as areais possuem grãos envoltos com película de óxido de ferro, matéria orgânica e minerais pesados;
- x. As áreas onde a dinâmica quaternária é muito visível, onde as flutuações climáticas promoveram algumas gerações de dunas (móveis; semifixas e fixas);
- xi. As áreas com atividade pedogenética em evolução, onde se observa a remobilização em áreas desmatadas, zona de recarga de lençóis freáticos superficiais;
- xii. Raros processos de lixiviação (lavagem do solo) que provocam acidez dos solos do semiárido e a produção solos improdutivos.

Neste sentido, pode-se afirmar que as paleodunas são ambientes com grande fragilidade ambiental, vulneráveis a sofrer forte degradação especialmente por ocupações aleatórias, o que acarreta uma gama de consequências aos demais ambientes, já que o fluxo de matéria e energia entre eles é modificado. Ao se tratar das paleodunas do Rio São Francisco, pesquisadores como Barreto (1993; 1996), Barreto e Suguio (1996) e Pacheco (2020) apontam que têm sua origem atrelada ao próprio rio que noutra momento da história geológica, erodiu, transportou e sedimentou os campos ora existentes, coadjuvado pelo trabalho dos ventos de sudeste.

Categorização da paisagem paleodunar de Casa Nova/BA

O mapeamento aéreo possibilitou uma análise precisa da paisagem e de seu ordenamento ou (desor)denamento, se constituindo com importante indicador e validador da necessidade de um plano interventivo, elaborado e apresentado no próximo capítulo, que é o Plano de Conservação Ambiental (PCA) para a área em estudo.

De maneira geral, a área pesquisada possui um perímetro de aproximadamente 500m², tendo um polígono aproximado de 2km², onde se captou imagens abrangendo a visualização de cerca de 50km², por meio do uso de Drone.

A seguir a Figura 4 apresenta a vista aérea da área paleodunar e sua dinâmica de funcionamento:

Figura 4 – Imagem aérea do local da pesquisa



Fonte: Pacheco (2021).

Na Figura 4 é possível visualizar:

- i. Barracas sofisticadas e padronizadas por cores, margeando o Rio São Francisco, sugerindo proprietários diferentes e com elevado poder aquisitivo;

- ii. Barracas simples e sem plano de organização, afastadas da margem do Rio São Francisco, sugerindo ser de proprietários com menor poder aquisitivo;
- iii. Uma residência, onde funciona um bar e restaurante, inserida dentro da área de APP;
- iv. Estacionamento para veículos dos barraqueiros e dos turistas e visitantes;
- v. Uma única lixeira para receber os resíduos dos visitantes;
- vi. Vista do Rio São Francisco e de alguns campos paleodunares no horizonte em frente.

Nesse sentido, em consonância com a legislação, as APAs são UC destinadas a resguardar e conservar a qualidade ambiental e os sistemas naturais ali existentes, para o melhoramento da qualidade de vida da população local e para a proteção dos ecossistemas regionais, tendo como principal objetivo a conservação de métodos naturais e da biodiversidade, orientando o desenvolvimento, adequando as várias atividades desenvolvidas às características ambientais da área (BRASIL, 2000).

A área pesquisada, de acordo com a teoria da ecodinâmica da paisagem de Tricart (1977), e da teoria sistêmica aplicada as paisagens pode ser categorizada em três meios: estável, intermediária, denominada de *intergrade*, e instável ou fortemente instável. A seguir apresenta-se a Figura 5 que representam cada categoria.

Figura 5 – Categorização da área de estudo



Fonte: Pacheco (2021).

Neste sentido, são consideradas áreas estáveis as áreas que possuem cobertura vegetal densa, capaz de pôr freio eficaz ao desencadeamento dos processos mecânicos das morfogêneses. Também possui uma dissecação moderada do relevo, sem incisão violenta dos cursos de água, sem solapamentos vigorosos dos rios e vertentes de lenta evolução. Ademais, apresenta ausência de manifestações vulcânicas e abalos sísmicos que possam desencadear paroxismos morfodinâmicos de aspectos mais ou menos catastróficos (ROSS, 2009).

No que diz respeito as áreas intergrades, estas se caracterizam pela interferência permanente de morfogênese e pedogênese, exercendo-se de maneira concorrente sobre um mesmo espaço. Possui uma condição delicada

e suscetível a fenômenos de amplificação tanto da pedogênese quanto da morfogênese, podendo evoluir para um meio instável onde a exploração fica totalmente comprometida (ROSS, 2009).

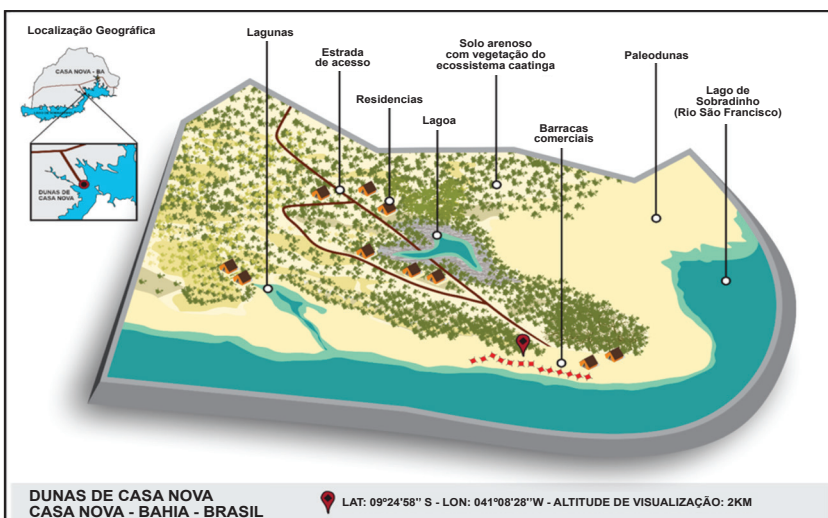
Já nas áreas instáveis as condições bioclimáticas são agressivas, com ocorrências de variações intensas e irregulares de chuvas e ventos, apresentando relevo com vigorosa dissecação, e declives fortes e extensos. Há presença de solos rasos ou constituídos por partículas com baixo grau de coesão, além da inexistência de cobertura vegetal florestas densa, com planícies e fundos de vales sujeitos a inundações e com geodinâmica interna intensa (ROSS, 2012).

Nessa ótica, é válido reiterar que uma unidade ecodinâmica se caracteriza por certa dinâmica do meio ambiente que tem repercussões imperativas sobre as biocenoses e geralmente, a morfodinâmica é o elemento determinante, que por sua vez, depende essencialmente do clima, da topografia, do material rochoso, solos, cobertura vegetal entre outros aspectos (ROSS, 2012).

Desse modo, a Figura 6 representa-se o macrozoneamento ecológico-socioeconômico da área da pesquisa, ressaltando os aspectos naturais (lagoas, lagunas fluviais, solo, vegetação, paleodunas, Lago de Sobradinho, Rio São Francisco) e antropizados (residências, estradas vicinais, comércio local).

O arcabouço destes aspectos retrata as condições edafoclimáticas, hidrogeomorfológicas, histórico-social, aliados aos impactos humanos o que podem resultar em alterações na paisagem. Neste contexto, insere-se a aplicação a legislação ambiental sobre áreas de Proteção Ambiental como forma a ordenar o uso, ocupação e manejo dos solos, o que Tricart (1979) chama de ecodinâmica das paisagens.

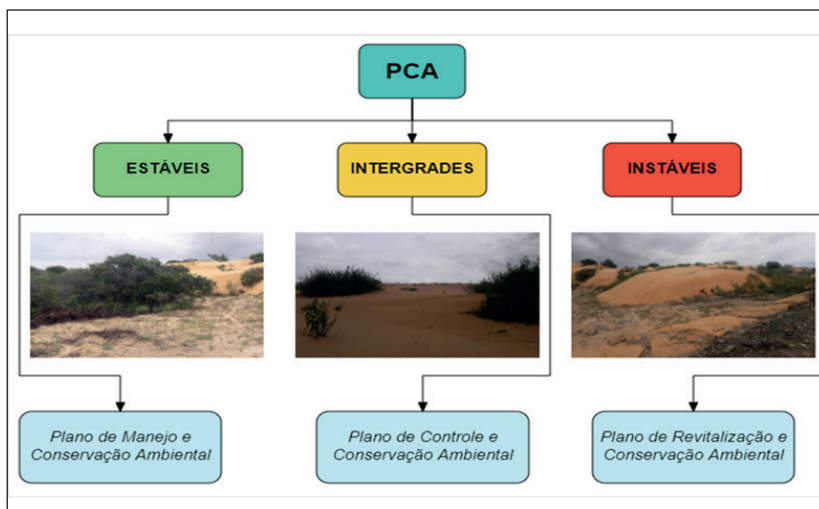
Figura 6 – Sugestão da área abrangida pelo PCA



Fonte: Pacheco (2021).

Neste sentido, elencou-se possíveis propostas de preservação no ecossistema paleodunar, totalmente embasadas nas características da ecorregião, já que esta, se encontra inserida numa Área de Proteção Ambiental e, em concordância com as características do GTP, sugerindo-se a estruturação de um Plano de Manejo e Conservação para cada ambiente a partir das análises e observações realizadas no espaço geográfico estudado, conforme visto na Figura 7. Assim, apresentou-se a seguinte proposta de Plano de Conservação Ambiental para o paleoambiente:

Figura 7 – Proposta de Conservação Ambiental (PCA)



Fonte: Pacheco (2021).

O Plano de Manejo e Conservação Ambiental (PMCA) é indicado para as áreas que ainda se apresentam como estáveis, para que estas não venham a ser no futuro totalmente danificadas por se tratar de um ambiente frágil e vulnerável por condições climatobotânicas e socioeconômicas (PACHECO *et al.*, 2021).

Já o Plano de Controle e Conservação Ambiental (PCCA) deve ser aplicado às áreas que se encontram em transição do aspecto estável para o meio intergrades. Será necessário que se crie estratégias de controle de degradação nas áreas em processo e, estratégias para conservar o que ainda resta de alguns trechos (PACHECO, 2021).

E o Plano de Revitalização e Conservação Ambiental (PRCA) apresenta estratégias de revitalização e reflorestamento das áreas tidas como fortemente instáveis e, a partir dos resultados deve ser traçado um controle de preservação, analisando a capacidade de resiliências dos respectivos ambientes (PACHECO *et al.*, 2021).

As propostas sugeridas acima deverão ser postas em prática pelos responsáveis pela gestão da APA, nesse caso, o Governo do Estado da Bahia, em parceria com o município afetado pelos impactos, onde estão localizados os campos de paleodunas. Além do município, é fundamental uma parceria com a comunidade ribeirinha que habita o entorno destes ecossistemas, pois são estes sujeitos que estão convivendo nesse contexto, podendo contribuir de maneira positiva nessa tomada de consciência (PACHECO, 2021).

Considerações finais

As pesquisas acerca da evolução das paisagens geomorfológicas em regiões semiáridas vêm evoluindo nas últimas décadas, principalmente aquelas relacionadas com a identificação e caracterização de paleoambientes, notadamente oriundos do Quaternário. O surgimento de técnicas inovadoras vem permitindo maior aplicabilidade de métodos e técnicas indispensáveis na investigação da dinâmica destas áreas.

Os depósitos arenosos existentes nos tempos atuais são de fundamental relevância em pesquisas voltadas para a paleogeografia, especialmente aquelas que visam identificar oscilações na fisionomia das paisagens naturais originadas em um passado geológico recente, por meio das mudanças paleoclimáticas e paleoambientais ocorridas principalmente, durante o pleistoceno e holoceno. Desse modo, no interior do Nordeste do Brasil as condições climáticas que condicionaram a gênese de depósitos arenosos continentais (fluviais) apontam para um sistema climático árido ou semiárido severo, muito mais rigoroso do que o existente no presente.

Estes paleoecossistemas ou paleoterritórios são responsáveis por permitir descobertas e evidências de que o clima que se tem hoje é resultado de outros climas existentes em eras passadas, permitindo assim o conhecimento dos paleoclimas e paleoventos que influenciaram a formação de vários ambientes atuais (PACHECO, 2020). Os estudos voltados para a compreensão da dinâmica morfogênética e antropogênica desses ambientes, são de grande importância, tendo em vista que essas áreas se apresentam como reliquias e, ao mesmo tempo, muito propensas ao processo de degradação, natural e antrópica.

Convencionada por Tricart (1977), a teoria ecodinâmica analisa a organização do espaço circunscrevendo áreas para as variadas alternativas de uso e ocupação, com certo grau de homogeneidade no que tange aos aspectos físicos e biológicos, em função da proporção dos processos atuais.

No caso da área em tese, a ecodinâmica de uso e ocupação dos solos é composta por paleodunas fixadas, que sofrem impactos diuturnamente,

tanto os naturais quanto os antropogênicos, como, áreas habitacionais, áreas com pastagem natural, plantadas em boas e em péssimas condições, áreas com lavouras temporárias e permanentes, áreas com sistemas agroflorestais, áreas destinadas à pesca artesanal e em tanque, além do processo natural de acreção e antropogênico de degradação. Todas estas áreas estão inseridas dentro dos territórios paleodunares, que fazem parte da APA Lago de Sobradinho.

Os territórios paleodunares do Rio São Francisco representam um dos mais importantes registros de mudanças paleoambientais e paleoclimáticas do Quaternário do Nordeste brasileiro. Tal importância advém não somente da extensão e espessura dos campos, mas também, por serem feições que testemunham climas mais áridos que o atual, que interferiram fortemente na evolução da fauna e flora deste ecossistema (PACHECO, 2014).

Além da dinâmica hidropaleodunar empreendida pelo Rio São Francisco, este também se constitui como o responsável pelo suprimento de água na maior parte do Sertão Semiárido do Nordeste brasileiro, abastecendo as populações ribeirinhas como água para atender às suas necessidades cotidianas (abastecimento humano, agricultura irrigada, dessedentação animal, entre outros). Portanto, o Rio São Francisco é o elemento chave para a manutenção do polo agrícola irrigado do Vale do São Francisco, que tem destaque em nível internacional pela exportação de frutas e vinhos.

REFERÊNCIAS

BAHIA. *Decreto nº 6547 de 18 de julho de 1997*. Cria a Área de Proteção Ambiental das Dunas e Veredas do baixo-médio São Francisco, nos municípios de Barra, Xique-Xique e Pilão Arcado, e dá outras providências. Disponível em: <https://leisestaduais.com.br/ba/decreto-n-6547-1997-bahia-cria-a-area-de-protecao-ambiental-das-dunas-e-veredas-do-baixo-medio-sao-francisco-nos-municipios-de-barra-xique-xique-e-pilao-arcado-e-da-outras-providencias>. Acesso em: 20 abr. 2021.

BAHIA. *Decreto nº 9.957 de 30 de março de 2006*. Cria a Área de Proteção Ambiental – APA do Lago de Sobradinho, nos Municípios de Casa Nova, Remanso, Pilão Arcado, Sento Sé e Sobradinho, e dá outras providências. Disponível em: https://documentacao.socioambiental.org/ato_normativo/UC/3930_20190430_121433.pdf. Acesso em: 20 abr. 2021.

BARDIN, L. *Análise de Conteúdo*. São Paulo: Edições 70 Brasil, 2016.

BARRETO, A. M. F. *Interpretação paleoambiental do sistema de dunas fixadas do médio Rio São Francisco, Bahia*. 1996. 174 p. Tese (Doutorado) – Inst. de Geociências, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996. Disponível em: https://teses.usp.br/teses/disponiveis/44/44136/tde-24092015-160224/publico/Barreto_Doutorado.pdf. Acesso em: 1º maio 2021.

BARRETO, A. M. F.; SUGUIO, K. Considerações sobre a idade e a paleogeografia das paleodunas do médio Rio São Francisco, Bahia. Resumos Expandidos. In: CONGRESSO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ESTUDOS DO QUATERNÁRIO – ABEQUA, IV., 1996. São Paulo. *Anais* [...]. São Paulo, 1993. p. 11.

BEHR, M. V. *Uso e ocupação do solo e problemas ambientais urbanos na Área de Proteção Ambiental da Baleia Franca*. Franca-SP: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), 2014. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/portal/images/stories/plano-de-manejo/21_caracterizacao_urbana_ap_a_da_baleia_franca.pdf. Acesso em: 5 maio 2021.

BERTRAND, G.; BERTRAND, C. *Uma Geografia Transversal e de Travessias: o meio ambiente através dos territórios e das temporalidades*. Maringá: Mossoni, 2007.

BRASIL. *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, 2000. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm. Acesso em: 8 ago. 2021.

BURTON, R. F. *Viagem de canoa de Sabará ao Oceano Atlântico*. São Paulo/Belo Horizonte: Editora da USP/Itatiaia, 1977.

CABRAL, C. J. *Caracterização paleoclimática e paleoambiental no campo de dunas de Petrolina em Pernambuco: um subsídio para reconstituição do submédio São Francisco*. 2014. 152 p. Dissertação (Mestrado) – Recife-PE, 2014. Disponível em: <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/10996>. Acesso em: 12 jul. 2021.

CBHSF – COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICA DO Rio São Francisco. *A Bacia: principais características*. [S.l.], 2015. Disponível em: <https://cbhsaofrancisco.org.br/a-bacia/>. Acesso em: 21 mar. 2021.

CBHSF – COMITÊ DE BACIAS HIDROGRÁFICA DO Rio São Francisco. *Companhia Hidrelétrica do São Francisco: projeto beneficia produtores do entorno das eólicas de Casa Nova*. [S.l.], 2018. Disponível em: <http://projetolagodesobradinho.blogspot.com/2018/>. Acesso em: 11 nov. 2019.

DOMINGUES, A. J. P. Contribuição à geologia do sudeste da Bahia. *Revista Brasileira de Geografia*, São Paulo, v. 10, p. 255-289, 1948.

FERREIRA, B.; CORREA, A. C. de B.; BARRETO, A. M. F. Depósitos Eólicos Inativos do Sub-Médio São Francisco, evidências de atividade eólica durante o Pleistoceno, Pernambuco, Nordeste do Brasil. *Soc. & Nat.*, Uberlândia, v. 25, n. 2, p. 363-378, maio/ago. 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/KKcpvN4f9jQgGXj39mv8X4y/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 20 jun. 2021.

GIANNINI, P. C. E.; ASSINE, M. L.; BARBOSA, L. M.; BARRETO, A. M. F.; CARVALHO, A. M.; SALES, V. C.; MAIA, L. P.; MARTINHO, C. T.; PEULVAST, J. P.; SAWABUCHI, A. Q.; TOMAZELLI, L. J. Dunas e Paleodunas Eólicas. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E de. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto/

SP: Holos Editora: Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, 2005. cap. 11.

GONÇALVES, E. L. *Opara: formação histórica e social do submédio São Francisco*. Petrolina: Gráfica Franciscana, 1997. 249 p.

GOUDIE, A. *Environmental Change*. 2. ed. Oxford: Clarendon, 1983. 258 p.

GUERRA, A. J. T. *Dicionário Geológico e Geomorfológico*. 7. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2008.

KING, L. G. A Geomorfologia do Brasil Oriental. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 18, n. 2, p. 147-265, 1956.

LIMA, J. M.; PINHEIRO, P. S.; LIMA, I. M.; SOUZA, D. T. M.; COSTA, D. P. Análise preliminar das relações pedogeomorfológicas do município de Rodelas-BA. *Revista GeoNorte*, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 22-26, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufam.edu.br>. Acesso em: 14 jul. 2021.

MAGALHÃES, G. B.; SILVA, E. V. da. Análise geoambiental e impactos ambientais nas dunas da barra do Ceará – CE/Brasil. ENCONTRO DE GEÓGRAFOS DA AMÉRICA LATINA – EGAL, 2012. Lima-Peru. *Anais [...]*. Lima, 2012. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx/egal12/Procesosambientales/Impactoambiental/84.pdf>. Acesso em: 5 jun. 2021.

MENDES, E. T. São Francisco: rio de lágrimas. In: FUNDAJ – FUNDAÇÃO JOAQUIM NABUCO. 2019. Disponível em: <https://www.fundaj.gov.br/index.php/transposicao-do-rio-sao-francisco/11326-sao-francisco-rio-de-lagrimas>. Acesso em: 4 jun. 2021.

OLIVEIRA, P. E. de; BEHLING, H.; LEDRU, M. P.; BARBERI, M.; BUSH, M.; SALGADO-LABOURIAU, M. L.; GARCIA, M. J.; MEDEANIC, S.; BARTH, O. M.; BARROS, M. A. de; SCHEEL-YBERT, R. Paelovegetação e Paleoclimas do Quaternário do Brasil. In: SOUZA, C. R. de G.; SUGUIO, K.; OLIVEIRA, A. M. dos S.; OLIVEIRA, P. E. de. *Quaternário do Brasil*. Ribeirão Preto-SP: Holos Editora, 2005.

PACHECO, C. S. G. R. *Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA: em defesa das fronteiras agredidas*. Dissertação (Mestrado

em Tecnologia) – Instituto de Tecnologia de Pernambuco (ITEP), Recife-PE, 2014. 153 p.

PACHECO, C. S. G. R. *Paleoecossistemas no curso do Rio São Francisco/BA e a ecodinâmica das paisagens*. Curitiba-PR: Editora CRV, 2020. DOI:10.24824/978854443919.7. Disponível em: <https://www.editoracrv.com.br/produtos/detalhes/34490-paleoecossistemas-no-curso-do-rio-sao-francisco-ba-e-a-ecodinamica-das-paisagens-br2-edicao>. Acesso em: 2 maio 2021.

PACHECO, C. S. G. R.; MOREIRA, M. B.; ARAÚJO, J. F.; ARAÚJO, I. P. R.; SANTOS, R. P.; COSTA, I. M. G. S. Geossistêmica Paleodunar no Curso do Rio São Francisco. *Fronteiras – Journal of Social, Technological and Environmental Science*, v. 9, n. 2, p. 226-249, maio/ago. 2020. Disponível em: <http://periodicos.unievangelica.edu.br/index.php/fronteiras/article/view/3471/3346>. Acesso em: 2 ago. 2021.

PACHECO, C. S. G. R.; MOREIRA, M. B.; ARAÚJO, J. F.; SANTOS, R. P.; ARAÚJO, I. P. R. *Plano de Conservação Ambiental: Paleodunas de Casa Nova-BA*. Relatório Técnico Conclusivo. Juazeiro-BA, 2021, 98 f. Disponível em: https://ppgadt.univasf.edu.br/wp-content/uploads/2022/01/Plano-de-Conservacao-Ambiental_Paleodunas-de-Casa-Nova-Bahia-Clecia-Simone-Goncalves-Rosa-Pacheco.pdf. Acesso em: 18 mar. 2022.

PACHECO, C. S. G. R.; OLIVEIRA, N. M. G. A. de. *Ecodinâmica da Paisagem Paleodunar do Médio Rio São Francisco/BA*. [S.l.]: Novas Edições Acadêmicas, 2017.

ROSS, J. S. *Ecogeografia do Brasil: subsídios para o planejamento ambiental*. São Paulo: Oficina de Textos, 2009, 208p.

ROSS, J. S. *Geomorfologia: ambiente e planejamento*. 9. ed. São Paulo: Contexto, 2012. 89 p.

SÁ, A. J. de. Teodoro Sampaio: um precursor da criação simbólica do Nordeste? *Revista de Geografia*, Recife, v. 35, n. 5, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/revistageografia/article/view/239255/30928>. Acesso em: 3 jun. 2021.

SANTOS, R. P.; SILVA, F. P. da; PACHECO, C. S. G. R.; SANTIAGO, A. M. dos S. Feições arenosas no curso do Rio São Francisco: uma revisão sistemática de literatura. *Diversitas Journal*, Santana do Ipanema-AL, v. 7 n. 1, 2022. Disponível em: https://www.diversitasjournal.com.br/diversitas_journal/article/view/2006. Acesso em: 19 mar. 2022.

SCHOBENHAUS, C. F.; ALMEIDA, C. D.; DERZE, G. R.; ASMUS, N. E. *Geologia do Brasil*. Texto explicativo do mapa geológico do Brasil e da área oceânica adjacente incluindo depósitos minerais, escala 1: 2.500.000. Brasília: MME/DNPM, 1984. 501 p.

TRICART, J. *Ecodinâmica*. Rio de Janeiro: IBGE-SUPREN, 1977.

TRICART, J. Existence de périodes seches au Quaternaire em Amazonie et dans lês régions voisines. *Revue Geomorphologie Dynamique*, v. 4, p. 145-158, 1974.

VELLOSO, A.; SAMPAIO, E. V. S. B.; PAREYN, F. G. C. *Ecorregiões propostas para o bioma caatinga*. Recife: Associação Plantas do Nordeste/Instituto de Conservação Ambiental The Nature Conservancy do Brasil, 2002, 76 p. Disponível em: https://www.researchgate.net/profile/Antonio_Farias_Castro/publication/303899337_Ecorregioes_da_Caatinga/links/575bfc0008ae9a9c9556fb28/Ecorregioes-da-Caatinga.pdf. Acesso em: 20 jan. 2021.

ANÁLISE DA QUALIDADE FÍSICA DAS ÁGUAS DO RIO ALAMBIQUE, REGIÃO DO PIEMONTE DA DIAMANTINA/BA

Hortência Silva Almeida

Clecia Simone Gonçalves Rosa Pacheco

Introdução

A água é um bem difuso e os seus usos devem ser planejados para garantir a sustentabilidade dos mananciais, avaliando a manutenção do regime, quantidade e qualidade deste recurso. O planejamento dos recursos hídricos deve ser pensado tendo a bacia hidrográfica como unidade para implementação de políticas públicas (BRASIL, 1997).

A maioria dos rios brasileiros sofre com algum tipo de impacto ambiental, em geral, provenientes da falta de planejamento dos usos e ocupação dos solos e das águas das bacias hidrográficas, sendo comum, o despejo de efluentes domésticos e industriais, a destruição das matas ciliares dando lugar a práticas agropastoris e a empreendimentos imobiliários, além de canalização, aterramento, transposição, assoreamento, despejo de resíduos sólidos, superexploração dos estoques pesqueiros, e a contaminação difusa com outros poluentes, como agrotóxicos (ARAÚJO *et al.*, 2009; SILVA; AZEVEDO; MATOS, 2006).

Para Rodrigues *et al.* (2009), as modificações na quantidade e qualidade dos recursos hídricos afetam a vida da população, trazendo diversos tipos de problemas, como por exemplo, as dificuldades na captação de água adequada para abastecimento, escassez do recurso hídrico, as doenças de veiculação hídrica, ampliação de outros problemas como enchentes e inundações associadas a um sistema de drenagem mau planejado ou inexistente.

A microbacia do Rio Alambique está localizada integralmente no território do município de Senhor do Bonfim, com cerca de 11km de extensão, sendo que o corpo hídrico possui trechos perenes e intermitentes, percorrendo a zona rural e urbana do município e possui problemas de gestão dos recursos hídricos e do uso e ocupação do solo (VALE, 2015).

Salienta-se que manejar os recursos hídricos, principalmente esse da microbacia do Rio Itapicuru, garante saúde, segurança e bem-estar como prevê a Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997 que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos

Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal de 1988, conhecida como “Lei das Águas”.

Desse modo, esta pesquisa teve como objetivo geral fazer o diagnóstico da qualidade das águas da microbacia Rio Alambique, no município de Senhor do Bonfim – Bahia, com intuito de auxiliar na melhoria contínua da qualidade da gestão ambiental no Semiárido. E como objetivos específicos, analisar a qualidade física-química-biológica de quatro pontos do Rio Alambique no município de Senhor do Bonfim/BA e avaliar os possíveis impactos antrópicos responsáveis pela degradação ambiental no Rio Alambique identificados nos quatro pontos da microbacia em estudo.

Trata-se de uma pesquisa exploratória, descritiva e de campo, onde a metodologia utilizada foi o Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) do estado de conservação e identificação dos impactos ambientais da microbacia visando descrever os principais aspectos e avaliar os impactos ambientais associados ao corpo hídrico, que integra a bacia do Rio Itapicuru (CALLISTO, *et al.*, 2002); a Avaliação dos Impactos Ambientais (AIA); e as análises dos aspectos físicos, químicos e biológicos das águas do Rio Alambique.

Portanto, a importância da gestão de águas se dar por conta da disponibilidade para consumo humano, e esse problema ambiental tem causado crise hídrica em todo Brasil. Por ser um recurso finito, com má distribuição e fundamental para sobrevivência, faz-se necessário o monitoramento, a identificação dos impactos ambientais, o correto gerenciamento e o uso sustentável das águas.

Metodologia

Contexto geográfico da pesquisa

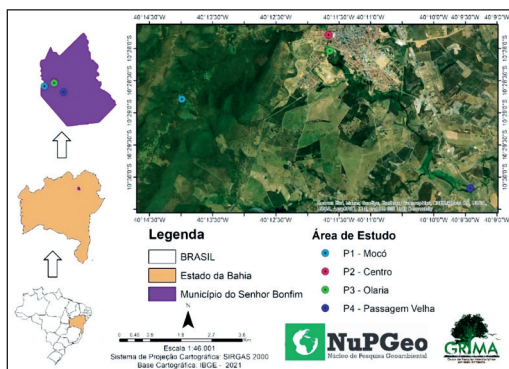
A pesquisa foi realizada na microbacia do Rio Alambique no município de Senhor do Bonfim-BA, que tem uma população de 78.588 habitantes (IBGE, 2018), e possui extensão territorial de 827,487Km², estando inserido na XII Região de Planejamento e Gestão das Águas, que corresponde a bacia do Rio Itapicuru. O clima da região varia de semiárido e subúmido a seco com temperatura média anual de 26,7°C e período chuvoso de março a julho, sendo que as chuvas da região variam em torno dos 845 mm anuais. Entre as principais atividades do setor econômico estão o comércio, a pecuária, a extração mineral e a agricultura (PMSB, 2018).

Esta é uma pesquisa qualitativa, sendo também exploratória e de campo. Exploratória porque foram observados fatos e fenômenos acerca dos impactos ambientais na bacia do Rio Alambique por meio da coleta de dados (análise

laboratorial) e, por intermédio do PAR, sendo os dados analisados e interpretados com base em uma fundamentação teórica sólida e bem fundamentada. De campo, porque os dados foram coletados por meio de visitas *in loco* ao Rio Alambique (GIL, 2008).

Para avaliação da qualidade ambiental do corpo hídrico utilizou-se o Protocolo de Avaliação Rápida proposto Callisto *et al.* (2002). Foram selecionados quatro pontos de coleta com a finalidade de obter informações sobre área total do corpo hídrico estudado: o ponto 1 localizado a montante da sede do município, em área próxima da nascente com características rurais; o ponto 2 e 3 na área urbanizada; e o ponto 4 a jusante da cidade, em área com características rurais (Figura 1).

Figura 1 – Pontos de aplicação do PAR



Sigl	Trecho	Localização
P1	Mocó	10°28'47.31"S/40°13'59.07"O
P2	Centro	10°27'47.28"S/40°11'39.80"O
P3	Olaria	10°28'02.18"S/40°11'38.72"O
P4	Passagem Velha	10°30'10.58"S/40°09'25.10"O

Fonte: Dados da pesquisa (2021).

Já para levantamento dos aspectos (causas) e impactos ambientais (consequências) foram realizadas investigações ao longo do Rio Alambique, e aplicada a Matriz de Leopold (LEOPOLD, 1971). Avaliação de Impactos Ambientais. Os dados coletados *in loco* se deram por meio de duas visitas ao Rio Alambique que ocorreram nos meses de maio e agosto, sendo que a escolha do período se deu em decorrência de maio representar o período chuvoso e agosto o período de estiagem.

Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

Para a análise da diversidade de *hábitat*, Callisto *et al.* (2001) constituem uma importante ferramenta em programas de monitoramento ambiental, devido ao papel da qualidade do *hábitat* físico na sustentação da fauna. O protocolo de Callisto *et al.* (2002) se baseia na quantificação de 22 parâmetros. Os primeiros 10 parâmetros (1 – tipo de ocupação das margens do corpo d'água, 2 – erosão

próxima e/ou nas margens do rio e assoreamento em seu leito, 3 – alterações antrópicas, 4 – cobertura vegetal no leito, 5 – odor da água, 6 – oleosidade da água, 7 – transparência da água, 8 – odor do sedimento de fundo, 9 – oleosidade do fundo e 10 – tipo de fundo) procuram avaliar as características dos trechos e os impactos ambientais decorrentes de atividades antrópicas.

Estes primeiros 10 parâmetros são pontuados de 0 a 4 e os demais de 0 a 5. A pontuação para cada parâmetro é atribuída através da observação das condições do *habitat*. A somatória das notas atribuídas para cada parâmetro fornece a pontuação final do protocolo para cada *habitat*. Os valores extremos da pontuação do protocolo podem variar de 0 (avançado estado de degradação) a 150 (condições prístinas ou sem degradação). Callisto *et al.* (2002) definem três níveis de preservação: 0 a 40 pontos indicam trechos impactados, 41 a 60 pontos trechos alterados e superior a 61 pontos trechos naturais.

Análise Física-Química-Biológica das Águas

Cada corpo hídrico possui características peculiares e seu próprio contexto é altamente variável. A gênese das perturbações na qualidade da água é derivada das ações antropogênicas e de condicionantes naturais, que interferem nos padrões de qualidade das águas superficiais.

A avaliação da qualidade física-química-biológica das águas superficiais também consiste, na realização do diagnóstico dos aspectos qualitativos e quantitativos das águas, com vistas a obtenção de informações e dados indispensáveis para o monitoramento ambiental das áreas de influência dos empreendimentos com atividades potencialmente impactantes ao meio físico-natural. Nessa premissa, Pimenta, Peña e Gomes (2009, p. 395) afirmam que “a avaliação da qualidade ambiental de corpos hídricos é destinada às diversas instâncias legais pertinentes, bem como, à comunidade científica e ao público em geral”.

Neste aspecto, a Resolução 357/2005 do CONAMA estabelece que o conjunto de parâmetros de qualidade de água que subsidiam a avaliação de um corpo hídrico deverá ser periodicamente monitorado, ponderando os padrões para os quais haja suspeita de presença ou alteração de determinados componentes que indicam potencialidades prejudiciais ao meio ambiente. Acrescenta-se ainda que “os resultados do monitoramento deverão ser analisados estatisticamente e as incertezas de medição devem ser consideradas” (PIMENTA; PEÑA; GOMES, 2009, p. 395).

Portanto, é substancial realizar análises complementares, envolvendo outras variáveis que atestem com precisão as fontes poluentes, pontuais e difusas, apontando a necessidade de avaliações e monitoramentos contínuos

da qualidade das águas, além de apontar as medidas mitigadoras dos impactos encontrados nos corpos hídricos.

Avaliação de Impacto Ambiental (AIA)

Neste estudo, optou-se pela utilização, de maneira adaptada, da Matriz de Leopold que é uma das ferramentas mais utilizadas em estudos de impactos ambientais e relatórios de impacto ambiental realizados no Brasil, sendo tomada como um método para elaboração de estudos. A Matriz de Leopold é uma matriz bidimensional simples que contém, na sua concepção original, 100 ações relativas ao empreendimento (em forma de colunas) e 88 características e condições ambientais (em forma de linhas), perfazendo um total de 8.800 interações.

Cada célula da matriz demonstra a relação entre uma ação do empreendimento e uma característica ou condição ambiental, qualificando a magnitude e a significância (forma) dos impactos dela fornecidos em uma escala de “1” a “10”, sendo que cada impacto assinalado é avaliado segundo a sua magnitude e grau de importância.

Neste estudo, utilizou-se como critérios na construção da matriz os seguintes:

1. meio físico (solos, recursos hídricos, qualidade do ar e níveis de ruídos);
2. meio biótico (cobertura vegetal e fauna);
3. meio antrópico (economia no município, população e tráfego);
4. natureza (positiva ou negativa);
5. forma (direta ou indireta);
6. abrangência (local, regional ou nacional);
7. temporalidade (pequeno, médio ou longo prazo);
8. duração (temporário ou permanente);
9. reversibilidade (reversível ou irreversível);
10. 10 probabilidade (baixa, média ou alta);
11. magnitude (baixa, média e alta) ou se classifica em: pouco importância (1-3 pontos), média importância (4-6 pontos), e muito importância (7-10 pontos);
12. importância (baixa, média e alta);
13. significância (significativo ou insignificativo).

Análise dos dados

A análise dos dados foi feita a partir da interpretação dos resultados obtidos *in loco* e da análise laboratorial da qualidade da água. Os dados foram coletados através de duas visitas ao Rio Alambique e ocorreram nos

meses de maio e agosto. O estudo foi realizado no Rio Alambique, tributário do Rio Tamanduá, que possui trechos perenes e outros intermitentes, e extensão de 11.173 metros, percorrendo áreas urbanas e rurais do município de Senhor do Bonfim, sendo que, o início da drenagem ocorre na serra do Mocó, Zona rural (S10°29.164/ W 40°14.227, SIRGAS 2000) e sua foz na confluência com o Rio da Prata formando o Rio Tamanduá na localidade Limões, Senhor do Bonfim (S10°29.967/ W 40°10.035, SIRGAS 2000).

Foram selecionados quatro pontos de coleta, próximo a nascente e a jusante (trecho na cidade) com a finalidade de obter informações sobre área total do corpo hídrico estudado, sendo, o ponto 1 localizado a montante da sede do município, em área próxima da nascente com características rurais; o ponto 2 e 3 na área urbanizada; e o ponto 4 a jusante da cidade, em área com características rural.

Resultados e Discussões

A Resolução nº 430 do CONAMA publicada em 13 de maio de 2011, dispõe sobre a importância dos estudos de controle de qualidade das águas, e em seu Art. 3º aborda que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta Resolução e em outras normas aplicáveis.

Embasado nessa premissa, as amostras coletadas foram analisadas pelo Laboratório Qualitec, situado em Juazeiro do Norte, estado do Ceará. Foram feitas quatro análises físico-químico e uma análise microbiológica. A escolha do laboratório deu-se devido ser este, entre os procurados, o único laboratório a realizar todas as análises necessárias ao estudo.

A partir de agora far-se-á um relato dos achados da pesquisa em campo, sendo que tais achados estão subdivididos em três partes:

1. PAR- Protocolo de Avaliação Rápida;
2. Análises físico-químico-biológicas;
3. Avaliação de Impactos Ambientais.

Resultado da análise feita por meio do Protocolo de Avaliação Rápida (PAR)

Para aplicar o protocolo de avaliação rápida de diversidade de *hábitats* proposto por Callisto *et al.* (2002) na bacia do Alambique com vistas a avaliar os impactos ambientais foram selecionados os quatro pontos já descritos anteriormente. Os resultados da aplicação do PAR em trechos do Rio Alambique distribuíram-se entre as três classes: impactado, alterado e natural, conforme Quadro 1.

Quadro 1 – Avaliação ambiental com protocolo rápido

Parâmetros	Ponto 1 (montante) - Mocó	Ponto 2 - Centro	Ponto 2 - Olaria	Ponto 4 (jusante) Passagem Velha (Br407)
1. Tipo de ocupação das margens do curso d'água	2	0	0	4
2. Erosão próxima e/ou nas margens do rio assoreamento em seu leito	2	4	0	4
3. Alterações antrópicas	2	0	0	4
4. Cobertura vegetal	4	4	0	4
5. Odor na água	--	2	2	4
6. Transparência da água	--	0	0	4
7. Tipo de fundo	2	2	2	4
8. Extensão de rápidos	--	2	2	3
9. Alterações no canal do rio	2	5	5	2
10. Características do fluxo da água	--	0	2	2
11. Presença de mata ciliar	0	5	5	2
12. Estabilidade das margens	0	0	0	2
13. Extensão da mata ciliar	0	0	0	2
14. Presença de plantas aquáticas	-	2	0	2
Total	14	26	17	43
Situação	Impactado	Alterado	Impactado	Natural

Fonte: Adaptado de Callisto (2002).

Deste modo, pode-se observar que a análise do ponto 1 que fica a montante, aponta para uma situação “impactado”; o ponto 2 que se localiza no centro tem uma situação “alterada”; o ponto 3 também no centro (Olaria) apresenta situação “impactado”; e o ponto 4 que fica na localidade de Passagem Velha (zona rural), e posicionada à jusante, tem situação considerada natural.

Resultados das análises físico-químico-biológicas

A partir de agora se apresentará os resultados encontrados em cada ponto de coleta, acerca dos elementos analisados, já mencionados anteriormente.

- i. Ponto 1: Rio Mocó – Senhor do Bonfim-BA – Centro da cidade – Povoado de Limões. Ponto de coleta/produto: Rio Mocó (Tabela 1).

Tabela 1 – Ensaios Físico-Químico-Biológicos

Ensaios Físico-Químicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Alcalinidade Total	40	SMWW22nd-2320B	-	mg/L
Oxigênio Dissolvido	6,21	Titulométrico – (Iodométrico)	6,0	mg/L O ₂

continua...

continuação				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Sólidos Dissolvidos Totais	53	Eletrométrico	VMP – 500	mg/L
Turbidez		Nefelométrico	Até 40	NTU
Ensaio Microbiológicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Totais	98	SMWW22nd-9222D	-	UFC/100 mL
Nomenclaturas				
mg/L = Miligrama Por Litro		ND = Não Determinado		
NMP – Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia		
µS/cm = Microsiemens Por Centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez		

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

A tabela revela que o ponto 1 possui alcalinidade de 4,0 (mg/L); oxigênio dissolvido de 6,21 (mg/LO₂); sólidos dissolvidos totais de 53 (mg/L); turbidez de 2,1 (NTU); e coliformes totais de 98 (UFC/100 MI). Assim, a alcalinidade é a capacidade que a água tem de neutralizar ácidos que deve ser igual a 4,05 mg/L. Em relação ao oxigênio dissolvido a legislação discorre que deve ser 6, sendo considerado no limite exigido para a vida aquática.

Destaca-se que o ponto 1 (montante da cidade) está localizado no fundo de vale suave, o trecho analisado é considerado intermitente, a calha do rio não está bem caracterizado, em consulta as cartas oficiais e na visita em campo, o leito atualmente é utilizado para a prática de agricultura de subsistência, a região possui vários lotes com plantio de milho, feijão, feijão guandu, dentre outros hortifrutis, na localidade o rio não é mais perene a cerca de 10 anos conforme relato de morador local, só em períodos de chuvas intensas é que ocorre fio d'água.

As áreas de preservação permanentes, em uma das margens mantêm fragmento de matas nativas, e a outra utilizada para pastagens e plantio. Mesmo a montante da zona urbana, os trechos analisados encontram degradados. A descrição do estado de conservação mostrou-se impactado.

Ao cruzar as informações percebe-se que por não ter uma constante quantidade de água, nessa altura do rio o ambiente se torna vulnerável a poluentes ácidos, podendo levar a uma queda do pH da água para níveis nocivos para anfíbios, peixes ou zooplâncton. Devido a altitude e sua baixa pressão atmosférica, a nascente apresenta baixo oxigênio dissolvido, o que dificulta também a sobrevivência dos seres aquáticos, com relação a sólidos dissolvidos ele se encontra no padrão por se tratar de um período chuvoso. A quantidade de coliformes totais encontrada nesse ponto indica que animais estão defecando no leito do rio. Tal constatação revela a necessidade de melhor manejo da área.

- ii. Ponto 2: Rio Alambique – Senhor do Bonfim-BA – Centro da cidade – Ponto de coleta/produto: Centro da cidade (Tabela 2).

Tabela 2 – Ensaios Físico-Químico-Biológicos

Ensaios Físico-Químicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Alcalinidade Total	240	SMWW22nd-2320B	-	mg/L
Oxigênio Dissolvido	0,0	Titulométrico – (Iodométrico)	6,0	mg/L O ₂
Sólidos Dissolvidos Totais	624	Eletrométrico	VMP – 500	mg/L
Turbidez	3,8	Nefelométrico	Até 40	NTU
Ensaios Microbiológicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Totais	148	SMWW22nd-9222D	-	UFC/100 mL
Nomenclaturas				
mg/L = Miligrama Por Litro		ND = Não Determinado		
NMP – Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia		
µS/cm = Microsiemens Por Centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez		

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

O ponto 2 apresenta possui alcalinidade de 240 (mg/L); oxigênio dissolvido de 0,0 (mg/LO₂); sólidos dissolvidos totais de 624 (mg/L); turbidez de 3,8 (NTU); e coliformes totais de 148 (UFC/100 MI). Assim, a alcalinidade aponta para uma elevada acidez e uma baixa capacidade de neutralização dos ácidos pela água, que deve ser igual a 4,05 mg/L. Também se observa um ambiente sem oxigênio, impossibilitando qualquer tipo de vida no corpo hídrico. Os sólidos dissolvidos apresentam elevados ultrapassando o limite da legislação que é VPM – 500. A turbidez indica que há muito material em suspensão e presença significativa de coliformes totais.

Este ponto encontra-se no centro da cidade, trecho que o rio já é considerado perene, pois recebe contribuição de pequenos tributários a montante e com o lançamento de efluentes domésticos ao entrar na zona urbana, o canal tem em média três metros de largura e 1,5 de profundidade, as margens são concretadas não sendo identificados processos erosivos, a APP é inexistente e poucos trechos que possui são formados por vegetação exótica com até 5 metros não respeitando a faixa mínima que deveria ser de 30 metros.

O trecho recebe esgoto sanitário da rede pública e de ligações clandestinas, a região possui odor muito forte de esgoto cloacal, o fundo é formado por lamas e ao longo, existem alguns pontos com descarte de entulhos e resíduos sólidos domésticos. Muitas edificações comerciais e residências no entorno do trecho analisado encontra-se dentro da faixa preservação permanente. A descrição do estado de conservação mostrou-se alterado.

Percebe-se que o rio apresenta baixo oxigênio dissolvido, o que impede também a sobrevivência dos seres aquáticos, a alcalinidade indica que existe

muitos ácidos e com relação a sólidos dissolvidos o valor está superior ao que é considerável seguro, tornando a cor turva. A quantidade de coliformes totais encontrada nesse ponto indica que a quantidade de bactérias é muito grande, o que leva a crer que ao entrar em contato com essa água aconteça o adoecimento.

- iii. Ponto 3: Rio Mocó – Senhor do Bonfim-BA – Centro da cidade – Povoado de Limões. Ponto de coleta/produto: Centro da cidade (Tabela 3).

Tabela 3 – Ensaios Físico-Químico-Biológicos

Ensaios Físico-Químicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Alcalinidade Total	240	SMWW22nd-2320B	-	mg/L
Oxigênio Dissolvido	0,0	Titulométrico – (Iodométrico)	6,0	mg/L O ₂
Sólidos Dissolvidos Totais	711	Eletrométrico	VMP – 500	mg/L
Turbidez	3,8	Nefelométrico	Até 40	NTU
Ensaios Microbiológicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Totais	156	SMWW22nd-9222D	-	UFC/100 mL
Nomenclaturas				
mg/L = Miligrama Por Litro		ND = Não Determinado		
NMP – Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia		
µS/cm = Microsiemens Por Centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez		

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

No ponto 3, a alcalinidade (240 mg/L), a turbidez (3,8 NTU) e o oxigênio é igual ao ponto 2. No que concerne aos coliformes totais (156 UFC/100 mL) e os sólidos dissolvidos totais (711 mg/L), percebeu-se que é maior que no ponto 2. Os SDT é a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água.

Este também se encontra na zona urbana do município a cerca de 600 metros do ponto dois. Na localidade analisada, o rio possui cinco metros de largura e cerca de 1,3 metro de profundidade, não existe mata ciliar e as margens possuem processos erosivos nítidos, água é escura típica de esgoto velho, turva com odor cloacal, o trecho não possui corredeira, nem entrada de esgoto, o fundo é formado de areia e lama, no local existe a deposição de resíduos de construção civil na faixa de proteção. O entorno do rio foi loteado em ambos os lados, e partes dos lotes encontram dentro da faixa de preservação permanente. A descrição do estado de conservação mostrou-se impactado.

Assim como no ponto 2, o ponto 3 se mostra completamente afetado pela descarga de efluentes, não existindo a possibilidade de vida aquática, de tornar essa água potável e sendo possível também o adoecimento das espécies.

- iv. Ponto 4: Rio Mocó – Senhor do Bonfim-BA – Centro da cidade – Povoado de Limões. Ponto de coleta/produto: Povoado de Limões (Tabela 4).

Tabela 4 – Ensaios Físico-Químico-Biológicos

Ensaios Físico-Químicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Alcalinidade Total	180	SMWW22nd-2320B	–	mg/L
Oxigênio Dissolvido	4,93	Titulométrico – (Iodométrico)	6,0	mg/L O ₂
Sólidos Dissolvidos Totais	742	Eletrométrico	VMP – 500	mg/L
Turbidez	3,2	Nefelométrico	Até 40	NTU
Ensaios Microbiológicos				
ANALITO	RESULTADO	MÉTODO	LEGISLAÇÃO	UNIDADE
Coliformes Totais	117	SMWW22nd-9222D	–	UFC/100 mL
Nomenclaturas				
mg/L = Miligrama Por Litro		ND = Não Determinado		
NMP – Número Mais Provável		UFC = Unidade Formadora de Colônia		
µS/cm = Microsiemens Por Centímetro		UNT = Unidade Nefelométrica de Turbidez		

Fonte: Dados da Pesquisa (2021).

O ponto 4 apresentou alcalinidade de 180 mg/L sendo, portanto, maior que o número encontrado nos pontos 2 e 3 e menor que o ponto 1; a taxa de oxigênio encontrada foi de 4,93 mg/L O₂ sendo menor que no ponto 1. Já os níveis de SDT foram de 742 mg/L, estando assim, maior que em todos os pontos. E a turbidez de 3,2 NTU foi a menor de todos os pontos. Por último, os coliformes totais encontrados neste ponto foram 117 UFC/100mL, sendo maior que no ponto 1 e menor que nos pontos 2 e 3.

Este ponto situa-se a jusante da sede do município a cerca de 3.8km na localidade de Passagem Velha, as características de uso e ocupação do solo são de uso rural, com a criação de ovinos e bovinos em propriedades as margens do rio. O trecho do rio analisado possui cerca de três metros de largura e 0,40 metros de profundidade, as margens não possuem processos erosivos nítidos. A extensão da mata ciliar é de cerca de 12 metros com arborização nativa, não foi identificado processos erosivos nas margens. A água não apresenta cor, tampouco turbidez e não possui odor, no local já é possível a identificação de animais aquáticos (peixes) o que demonstra mesmo sem tratamento na melhoria da qualidade da água. A descrição do estado de conservação foi considerada natural. Nesse ponto, embora o estado de conservação seja considerado natural, os sólidos dissolvidos e a quantidade de coliformes totais são altos, por se tratar de jusante.

Dentre os pontos analisados apenas o ponto quatro conforme Protocolo de Avaliação Rápida de Rios mostrou-se com características natural, contudo, os outros pontos mostraram com diferentes níveis de degradação, como ausência de mata ciliar, uso da faixa de proteção para criação de gado e plantio, extração de areia do leito.

Em nenhum dos pontos analisados a faixa de proteção ambiental é respeitada, que conforme o código brasileiro florestal (Lei nº 12.651/2012) considerando a largura dos trechos analisados que deveriam ter um mínimo de 30 metros de mata ciliar, todos os trechos tinham menos de 10 metros de largura. Foram identificados vários pontos difusos de entrada de esgoto e o rio ainda recebe o efluente proveniente do Rio “Canal da Malária” sem prévio tratamento contribuindo para a degradação ambiental do rio. Também identificamos o descarte irregular de resíduos de construção civil e resíduos sólidos domésticos nas margens do rio e na calha.

Na área de transição entre rural e urbano, houve predominância de trechos alterados, decorrente de atividades agropecuárias e com impactos de nível intermediário de influência. Já a área urbana possuiu trechos alterados a impactados, com a predominância de impactos antropogênicos e, em sua maioria, de alto nível de influência.

No perímetro urbano do município onde está localizada a bacia do Rio Alambique, as ocupações residenciais e comerciais irregulares influenciam diretamente na instabilidade das margens do rio, bem como no odor desagradável da água e sedimentos do fundo, além de condicionar a formação de fundos mais lamosos por conta dos lançamentos dos esgotos.

Vagas e Júnior (2012) afirmam que a qualidade ambiental de corpos hídricos tende a diminuir ao longo dos trechos urbanos, em virtude de fatores ambientais degradantes, da falta de aplicação das normas ambientais e de uso e ocupação do solo no entorno destes corpos. Já Andrade (2010), pondera que todo corpo hídrico tem capacidade de autodepuração, quando os fatores degradantes são eliminados (desmatamento de APP, efluentes e resíduos), e o corpo hídrico tende a melhorar a qualidade e quantidade de água.

No estudo do Rio Alambique, o ponto 4 foi o que apresentou com melhor qualidade ambiental, por já se encontrar a cerca de 4km da sede do município, e ao longo deste trecho não haver entrada de esgoto ou deposição de resíduos. Outras características como a turbulências ou a altas velocidades de escoamento do líquido, reaeração atmosférica e a fotossíntese também são fatores que melhoram a qualidade da água (ANDRADE, 2010).

Foi possível verificar que na cidade de Senhor do Bonfim a rede de estação de tratamento que aparece apenas em alguns bairros é ineficiente. Ainda se constatou que os efluentes são lançados de forma direta, sem nenhum tratamento prévio, dessa forma os resultados indicam que seu estado de

conservação se encontra alterado. Dentro do propósito deste estudo, constatou-se através da análise que a montante e a jusante a qualidade da água encontra-se boa para manutenção da qualidade de vida (de humanos e animais).

Identificação e caracterização dos aspectos e dos possíveis impactos ambientais associados na microbacia do Rio Alambique, Senhor do Bonfim

Foram identificados sete aspectos ambientais geradores de impactos ambientais proveniente do uso e ocupação do solo da microbacia do Rio Alambique, que serão descritos a seguir.

1. Aspecto ambiental

- Supressão de vegetação para uso alternativo do solo

Figura 2 – Corte de vegetação nativa ao longo do Rio Alambique



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A legislação ambiental do estado da Bahia é clara, no sentido de que a prática de supressão sem as devidas anuências dos órgãos competentes, é crime, como previsão legal de apreensão do produto e dos petrechos utilizados, bem como, interdição da área desmatada e multa por hectares, podendo ainda a multa ser aumentada caso constata-se o corte de espécies constante nas listas de espécies ameaçadas do Ministério do Meio Ambiente (MMA) e do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – INEMA (BAHIA, 2014). Na região de Senhor do Bonfim, é típico, a supressão vegetal de áreas para a realização de plantio de sequeiro por pequenos produtores rurais, tendo a comercialização do material lenhoso como uma renda adicional.

Em relação ao aspecto ambiental 2 (a seguir), a ausência de uma política séria de saneamento no município tende a desencadear e submeter a população a doenças de veiculação hídrica, dentre outros impactos. Algumas doenças relacionadas à ausência de outros serviços de saneamento, são: cólera, febre

tifoide, hepatite A e doenças diarreicas agudas de várias etiologias: bactérias *Shigella*, *Escherichia coli*; vírus Rotavírus, Norovírus e Poliovírus (poliomielite – já erradicada no Brasil); e parasitas – Ameba, Giárdia, *Cryptosporidium*, *Cyclospora* (CAVINATTO, 1992). Para solucionar o problema como ponto de partida o município deve implantar o plano municipal de saneamento básico.

2 Aspecto ambiental

- Lançamento de efluente *in natura* no Rio Alambique

Figura 3 – Entrada de efluente no Rio Alambique, centro de Senhor do Bonfim



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

No que tange a ocupação urbana (aspecto ambiental 3) é indispensável elaborar e implementar projetos de licenciamento ambientais de parcelamento de solos (loteamento e conjuntos habitacionais), que atendam as leis de uso de ocupação do solo, ao Plano Diretor e as leis de proteção ambiental, a exemplo da Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, além do Novo Código Florestal quando o loteamento se encontra próximo a corpos hídricos.

3 Aspecto ambiental

- Ocupação urbana (parcelamento do solo urbano)

Figura 4 – Área de loteamento em faixa de proteção



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

É necessário também atender aos requisitos da Lei nº 6.766/1979, que dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano, pelo que se segue: permitir a implantação de loteamentos/condomínios com infraestrutura básica constituída pelos equipamentos urbanos de escoamento das águas pluviais, iluminação pública, esgotamento sanitário, abastecimento de água potável, energia elétrica pública e domiciliar e vias de circulação.

Em reação ao aspecto ambiental 4, sabe-se que a criação de gado extensivo no interior do Brasil é típica desde o período da colonização, entretanto, trata-se de uma atividade de grande impacto, é normal o pastejo, além das áreas de produção, em áreas de proteção permanentes, no caso em estudo em mata ciliar, mais sendo comum em áreas de nascentes, o isolamento dessas áreas é necessário de forma a evitar a destruição e consequente perda de função ecológica de APPs.

4 Aspecto ambiental

- Pecuária Extensiva em APP do Rio Alambique

Figura 5 – Criação de gado em APP do Rio Alambique



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Contudo, a obrigatoriedade do proprietário rural em adquirir Autorização por Procedimento Especial de Licenciamento (APEL) para desenvolver atividades e empreendimentos agrossilvopastoris classificados como agricultura (agricultura de Sequeiro e agricultura irrigada) ou pecuária extensiva (PORTARIA INEMA nº 14.383/2017). Dentre os documentos requeridos pelo órgão, está a declaração de utilização de práticas de conservação do solo, água e biota, e à adoção de boas práticas de produção agropecuária.

Ações como estas são importantes para garantir o crescimento econômico sem, no entanto, comprometer as funções ambientais, o controle do estado, nesse sentido, contribui para a preservação ambiental.

Em se tratando da disposição de resíduos sólidos e de construção civil, a resolução CONAMA orienta as ações a serem seguidas pelos órgãos municipais na gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC). É importante o cadastramento e licenciamento de áreas para recebimento, triagem e armazenamento temporário de pequenos volumes, possibilitando a destinação posterior dos resíduos para obras de terraplanagens, aterramento de terrenos e reforma de estradas vicinais.

5 Aspecto ambiental

- Disposição de resíduos sólidos urbanos e resíduos de construção civil ao longo da microbacia do Alambique.

Figura 6 – Impactos em APP



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

Ao longo da microbacia do Rio Alambique foram identificadas áreas irregulares de disposição de resíduos de construção civil (RCC), formado por tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento, resto de argamassa e solos provenientes

de terraplanagem, estes resíduos, conforme Resolução CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente) nº 307/2002 e suas alterações, são enquadrados na classe A, e, portanto deveriam ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados, ou encaminhados a áreas de aterro de resíduos da construção civil, sendo dispostos de modo a permitir a sua utilização ou reciclagem futura.

6 Aspecto ambiental

- Queimadas para preparo da terra (Figura 7).

Figura 7– Supressão seguida de coivara no entorno do Rio Alambique



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A coivara é prática cultural comum no interior do Nordeste, e de acordo com Abdon (2004), as queimadas realizadas para limpeza da área e também para o manejo das pastagens, podem elevar a temperatura local, diminuir a umidade e aumentar a evaporação que, junto à ausência de vegetação e ao aumento da incidência de ventos, alteram o balanço hídrico.

A prática de roçada e a limpeza de terreno em áreas agrícolas ou de pastoreio são obrigatórias a prévia comunicação dessas atividades, dentre outras previstas, ao INEMA ou órgão licenciador (Decreto nº 18.140 de 04/01/2018), já a queimada, só é permitida, em situações específicas, em locais ou regiões cujas peculiaridades justifiquem o emprego do fogo em práticas agropastoris ou florestais, mediante prévia declaração do referido órgão, ou em práticas de prevenção e combate aos incêndios e as de agricultura de subsistência exercidas pelas populações tradicionais e indígenas.

O aspecto ambiental 7, trata da extração de areia no leito de rios. A extração da areia extraída do rio sem autorização do órgão ambiental competente é considerado crime ambiental, constante na Lei de Crimes Ambientais

(nº 9.605/1998), no seu Art. 55, sendo passível de pena de detenção de seis meses a um ano, além de multa quem for pego em flagrante.

7 Aspecto ambiental

- Extração de areia no leito do rio.

Figura 8 – Extração de areia do leito Rio Alambique



Fonte: Dados da pesquisa (2020).

A extração ainda é considerada crime de usurpação do patrimônio da União, constante no Art. 2º, da Lei de Crimes Contra a Ordem Econômica nº 8.176/91, à ausência de autorização, permissão de lavra pelo Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM).

O aproveitamento de mineral, a exemplo de areia em corpo hídrico é permitido desde que se tenha autorização do órgão ambiental competente e as devidas anuências da Agência Nacional de Mineração (ANM), em alguns casos, é até benéfico, pois desobstruir e aprofunda a calha (CALLISTO *et al.*, 2002).

Considerações finais

O Rio Alambique possui cerca de 11 km de extensão, com trecho intermitente, localizado na zona de início da principal drenagem, e trecho perene, este iniciando ainda a jusante da zona urbana, a partir da contribuição de pequenos córregos perene, após a entrada na sede do município o rio passar a receber também, a emissão difusa de esgoto sanitário in natura, assim como na maioria das bacias hidrográficas que percorrem trechos urbanos e/ou que

estejam próximas as zonas urbanas, o rio sofre uma série de impactos negativos, além da entrada de esgoto, foram identificados a supressão vegetal seguida de queimada para fins de atividade agrossilvopastoril, a criação de gado e a disposição de resíduos da construção civil em APP com consequente assoreamento, o parcelamento do solo para fins de implantação de loteamentos em áreas de APP; despejo resíduos sólidos domésticos no leito do rio, e a extração de areia.

As características ambientais do Rio Alambique mostrou-se bastante modificada, e dos 4 pontos analisados, apenas o 4º ponto referente a área a jusante da sede do município, apresentou características naturais, o ponto 2 localizado no centro da cidade mostrou-se alterado, os demais, ponto 1, localizado a montante da cidade em área rural, e o ponto 3 no centro da cidade, foram considerados impactados.

A conservação da microbacia do Rio Alambique depende políticas públicas programas e planos de educação ambiental, o município e os outros órgãos das diferentes esferas que possuem atuação sobre o tema, devem implementar medidas de sensibilização para a comunidade ao longo do rio, de maneira a despertar a necessidade de conservação desse corpo hídrico. Além disso, o município de Senhor do Bonfim deve elaborar e implementar o seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB).

Por meio de Protocolo de Avaliação Rápida (PAR) do estado de conservação, análise laboratorial e identificação dos impactos ambientais da microbacia foi possível descrever os principais aspectos, identificar os fatores degradantes e avaliar os impactos ambientais associados, de modo que foi possível ainda, discutir medidas mitigadoras para a gestão adequada do Rio Alambique, que integra a bacia do Rio Itapicuru em Senhor do Bonfim (CALLISTO, *et al.*, 2002).

Por fim, é importante que os órgãos ambientais competentes intensifiquem as fiscalizações e ações corretivas ao longo do rio, e quando necessário, à aplicação de penalidades para os crimes e infrações ambientais constatados no estudo.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, Aparecida Ribeiro; FELCHAK, Ivo Marcelo. A poluição urbana e o impacto na qualidade da água do rio das antas. Irati-PR. *Revista eletrônica do curso de Geografia, Campus Jatai-UFG*, n. 12, 2010.

ARAÚJO, Lincoln Eloi de; SANTOS, Maria José dos; DUARTE, Simone Mirtes; OLIVEIRA, Edinete Maria. Impactos ambientais em bacias hidrográficas – caso da Bacia do Rio Paraíba. *Tecnológica*, v. 13, n. 2, p. 109-115, 2009.

BAHIA. *Decreto nº 18140 de 04/01/2018*. Altera o Decreto nº 15.180, de 02 de junho de 2014, e dá outras providências. Disponível em: https://www.normasbrasil.com.br/norma/decreto-18140-2018-ba_355151.html. Acesso em: 20 jul. 2021.

BRASIL. *Lei Federal nº 8.176/91*. Lei de Crimes Contra a Ordem Econômica. Brasília, 1991. Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L8137.htm.

BRASIL. *Lei federal nº 9.605/1998*. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Brasília, 1998, Disponível em: www.planalto.gov.br/ccivil.

BRASIL. *Lei nº 6.766, de 19 de dezembro de 1979*. Dispõe sobre o Parcelamento do Solo Urbano e dá outras Providências. Brasília, 1979. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L6766.htm. Acesso em: 20 ago. 2021.

BRASIL. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. Institui o novo Código Florestal Brasileiro. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Brasília, 2012.

BRASIL. Lei nº 9.433/1997. Instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos. *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BRASIL. *Portaria INEMA nº 14.383 de julho de 2017*. Altera a Portaria nº 12.251/2016. Brasília, 2017. Disponível em: <https://aiba.org.br/wp-content/>

uploads/2017/07/D.O.E-PORTARIA-INEMA-N%C2%BA-14.383-DE-JULHO-DE-2017.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. *Resolução CONAMA n° 307, de 5 de julho de 2002*. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, 2002. Disponível em: https://cetesb.sp.gov.br/licenciamento/documentos/2002Res_CONAMA_307.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. *Resolução n° 430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa. Brasília, 2011. Disponível em: https://www.adasa.df.gov.br/images/stories/anexos/8Legislacao/Res_CONAMA/Resolucao_CONAMA_430_2011.pdf. Acesso em: 20 jun. 2021.

BRASIL. *Resolução n° 001/1986 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (CONAMA)*. Brasília, 1986. Disponível em: <http://www.ima.al.gov.br/wizard/docs/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20N%C2%BA001.1986.pdf>. Acesso em: 18 set. 2021.

CALLISTO, Marcos *et al.* Aplicação de um protocolo de avaliação rápida da diversidade de habitats em atividades de ensino e pesquisa (MG-RJ). *Acta Limnologica, Brasiliensis*, v. 14, n. 1, p. 91-98, 2002.

CALLISTO, Marcos; MORENO, Pablo; BARBOSA, Francisco Antonio Rodrigues. Habitat diversity and benthic functional trophic groups at Serra do Cipó, Southeast Brazil. *Rev. Bras. Biol.*, v. 61, n. 2, 2001 (Impress).

CAVINATTO, Vilma Maria. *Saneamento básico: fonte de saúde e bem-estar*. São Paulo: Ed. Moderna, 1992.

CONAMA – CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. *Resolução CONAMA 357/05, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento bem como estabelece condições padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências. Brasília, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 30 nov. 2021.

GIL, Antonio Carlos. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Senhor do Bonfim, 2018. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>.

LEOPOLD, Luna B.; CLARKE, Frank E.; HANSHAW, Bruce B.; BALSLEY, James R. *Procedure for Evaluating Environmental Impact*. Washington, D.C.: Geological Survey Circular, 1971.

PIMENTA, Sandro Morais; PEÑA, Alfredo Palau; GOMES, Patrícia Silva. Aplicação de métodos físicos, químicos e biológicos na avaliação da qualidade das águas em áreas de aproveitamento hidroelétrico da bacia do Rio São Tomás, município de Rio Verde- Goiás. *Sociedade & Natureza*, Uberlândia, v. 21, n. 3, p. 393-412, dez. 2009.

PMSB – PREFEITURA MUNICIPAL DE SENHOR DO BONFIM. 2018 Disponível em: <https://www.senhordobonfim.ba.gov.br/>.

RODRIGUES, Aline Sueli de Lima; CASTRO, Paulo de Tarso Amorim; MALAFAIA, Guilherme. Utilização dos protocolos de avaliação rápida de rios como instrumentos complementares na gestão de bacias hidrográficas envolvendo aspectos da geomorfologia fluvial: uma breve discussão. *Enciclopédia Biosfera – Centro Científico Conhecer*, Goiânia, v. 6, n. 11, p. 1-9, 2010.

SILVA, Benedito A. W.; AZEVEDO, Máira M. de; MATOS, Juliano Souza. Gestão Ambiental de Bacias Hidrográficas Urbanas. *Revista Vera Cidade*, ano 3, n. 5, 2006.

VALE, Marcelo Fabiane Silva do. *Educação ambiental associada ao ecoturismo como instrumento para o desenvolvimento sustentável, Serra de Jacobina*. 2005. 160 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia e Biomonitoramento) – Instituto de Biologia- Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2005.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

PARTE II
ENCHENTES E INUNDAÇÕES URBANAS

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

FATORES DE EXPOSIÇÃO FÍSICO-AMBIENTAL A INUNDAÇÕES: um estudo de caso na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, Fortaleza/Ceará, Brasil

*Pedro Henrique da Silva Juvenal
Lutiane Queiroz de Almeida*

Introdução

Diferentes agendas nacionais e internacionais têm sido elaboradas para tentar munir a gestão de riscos de desastres nos países e nas suas cidades. O Marco de Sendai foi adotado em 2015 na cidade de Sendai, no Japão, para reduzir riscos de desastres existentes e prevenir novos riscos através da implementação de medidas integradas e inclusivas em diferentes âmbitos e escalas para prevenir e reduzir a exposição ao risco e a vulnerabilidade a desastres, aprimorar a preparação para a resposta e para recuperação e, dessa forma, fortalecer a resiliência.

Este capítulo tem como base a prioridade 1 do Marco de Sendai – Compreender o risco de desastres, aplicado no âmbito das bacias hidrográficas e dos rios urbanos no Brasil.

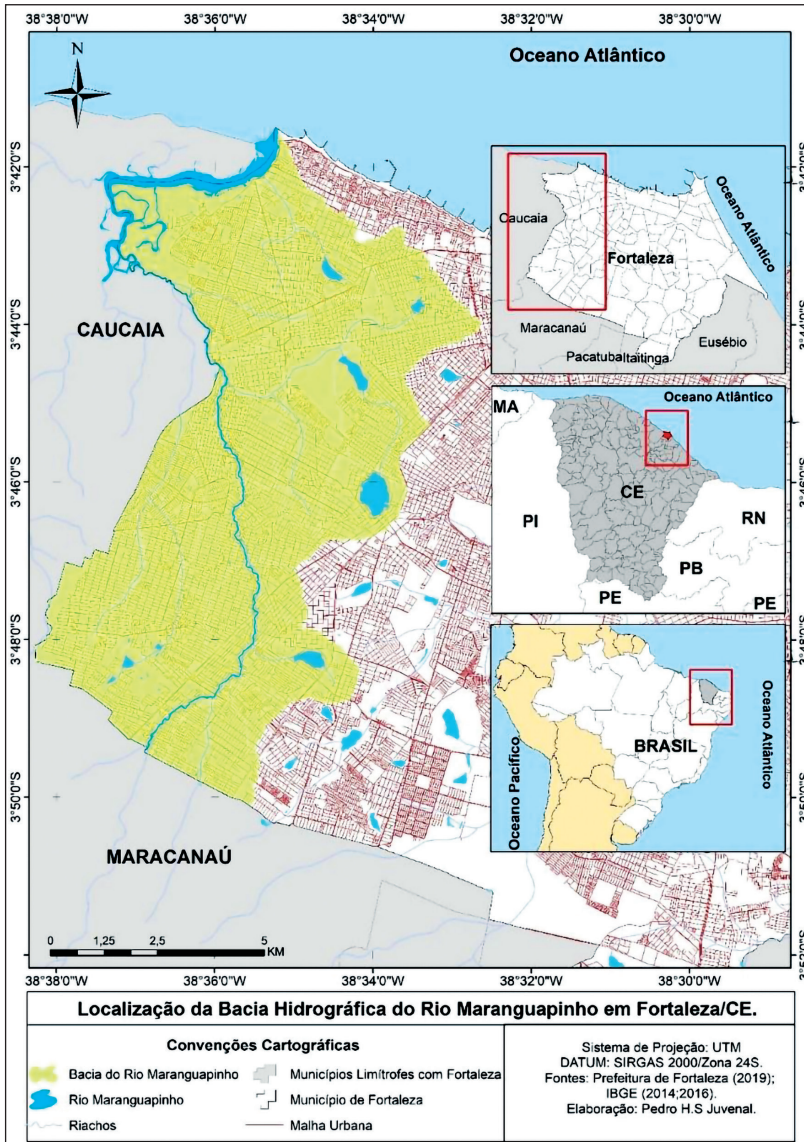
O objetivo principal deste capítulo é contribuir para a compreensão dos fatores de exposição físico-ambiental a inundações urbanas na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, na cidade de Fortaleza.

Área de estudos

A área de estudos desta pesquisa contempla parte da Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho (BHRM), que em sua totalidade é ocupada pelos municípios cearenses de Maranguape, Maracanaú, Fortaleza e Caucaia. Mais precisamente, na porção oeste do aglomerado urbano da Região Metropolitana de Fortaleza (RMF). O mesmo é afluente do Rio Ceará, assim, dividindo a mesma foz e planície fluvio-marinha, porém, o Rio Maranguapinho e o Rio Ceará são considerados bacias hidrográficas independentes.

Ressaltamos que o recorte espacial para a pesquisa é a bacia hidrográfica sobre o território de Fortaleza, capital do Estado do Ceará (Figura 1), haja vista, a grande concentração populacional com cerca de 1.048.956 habitantes em 279.138 domicílios (99,38% urbanos e 0,62% rurais) (SEFIN – Fortaleza, 2015).

Figura 1 – Localização da BHRM sobre o território de Fortaleza-CE



Fonte: Elaborado pelo Autor (2020).

A BHRM é elemento importante no processo de ocupação de Fortaleza, principalmente na intensificação populacional vivida no final da década de 1970, associada à ocupação urbano-industrial, influenciando na apropriação da zona oeste de Fortaleza, ou seja, das proximidades do Rio Maranguapinho. A ocupação ocorreu por parcela da população menos

abastada, concentrando-se nas margens do rio, em função do menor preço da terra (SOUZA, 1978).

Desse modo, as influências e necessidades técnicas da sociedade alteraram consideravelmente o meio natural desde pelo menos três décadas, causando uma série de impactos ambientais configura-se um dos ambientes mais problemáticos e preocupantes da cidade de Fortaleza.

Fortalecendo o debate, a Defesa Civil de Fortaleza, contabiliza 89 áreas consideradas de risco em Fortaleza, das quais 43 estão na bacia do Rio Maranguapinho, totalizando uma média de 12.000 famílias afetadas (FORTALEZA, 2020), vale destacar, que o número de espaços em área de risco não muda a dez anos, ou seja, desde 2012, a cidade contabiliza as mesmas áreas de risco.

Um dos principais problemas existentes na BHRM são os eventos de inundação, fato esse que chamou a atenção para a elaboração da presente pesquisa, que tem como objetivo: verificar a exposição físico-ambiental da bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho ao fenômeno de inundações, através de fichas de campo a exposição física-ambiental da bacia em relação às inundações.

Considerações das abordagens sobre riscos, desastre, vulnerabilidade e inundação

Estudos dos riscos

O estudo dos riscos traz consigo uma perspectiva plural, no sentido do próprio entendimento do termo perante a sociedade e seu uso, haja visto, que na visão do senso comuns a palavra “risco” incide sobre uma associação do negativo, portanto, a perda, dano, probabilidade, dentre outros.

Sendo assim, será abordado o risco como uma construção social, na qual a consciência deste fenômeno é diferenciada de acordo com o território, com a cultura, da escolaridade e de muitas outras variáveis. Portanto o risco é um constructo eminentemente social, ou seja, é uma percepção humana. Risco é a percepção de um indivíduo ou grupo de indivíduos da probabilidade de ocorrência de um evento potencialmente perigoso e causador de danos, cujas consequências são uma função da vulnerabilidade intrínseca desse indivíduo ou grupo (ALMEIDA, 2010).

Contemplando esse pensamento destacamos Zanella e Olímpio (2014), que exemplificam a “noção” de risco, a qual é empregada em uma situação de futuro incerto e de probabilidade de que um evento danoso atue sobre uma população e seus bens materiais e imateriais, reconhecidamente vulnerável, causando danos e prejuízos.

Vulnerabilidade

Ressaltamos, que a BHRM em Fortaleza é 99% urbana, desse modo, Mendonça (2015), considera:

[...] a vulnerabilidade urbana envolve assim como os riscos urbanos, uma gama de implicações sociais, econômicas, tecnológicas, culturais, ambientais e políticas que estão diretamente vinculadas à condição de pobreza de representativa parcela da sociedade moderna.

Nesse sentido, a urbanização desordenada e acelerada que ocorreu no Brasil propiciou um alavancamento das vulnerabilidades, conforme afirma:

O aumento dos riscos socioambientais, primordialmente nos países em desenvolvimento, está ligado essencialmente ao crescimento demográfico, à concentração urbana e à densidade populacional nas zonas de forte vulnerabilidade ambiental, caso das margens de rios e lagoas de modo específico (ALMEIDA, 2006).

A vulnerabilidade de um território a um risco resulta das interações entre as condições ambientais e a sociedade: é um efeito combinado da exposição ao risco, da fragilidade dos diferentes componentes do território e da sociedade, além da capacidade ou falta de resiliência (VINCHON, C *et al.*, 2011).

Inundações

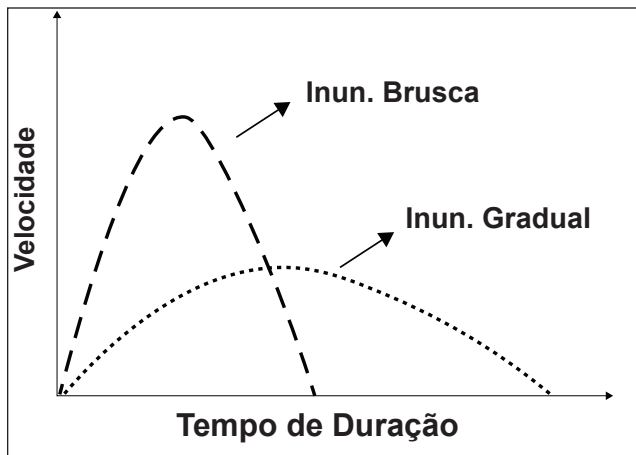
Na perspectiva do Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) as inundações são caracterizadas em duas suas situações, as bruscas e as graduais, como podemos observar:

[...] nas áreas adjacentes às margens dos rios que por determinados períodos permanecem secas, ou seja, a planície de inundação. Geralmente são provocadas por intensas e persistentes chuvas e a elevação das águas ocorre gradualmente. Devido a esta elevação gradual das águas, a ocorrência de mortes é menor que durante uma inundação brusca. Contudo, devido à sua área de abrangência, a quantidade total de danos acaba sendo elevada (CEPED/UFSC, 2013).

A Figura 2 exemplifica a relação da distinção entre Inundação Brusca e Inundação Gradual. Cabe salientar, “que antes de serem desastres, as

inundações são fenômenos naturais intrínsecos ao regime dos rios. Quando esse fenômeno entra em contato com a sociedade, causando danos, passa a ser um desastre” (CEPED/UFSC, 2013).

Figura 2 – Diferenciação entre Inundações do tipo “Brusca” e “Gradual”



Fonte: Adaptação de Kobiyama *et al.* (2006).

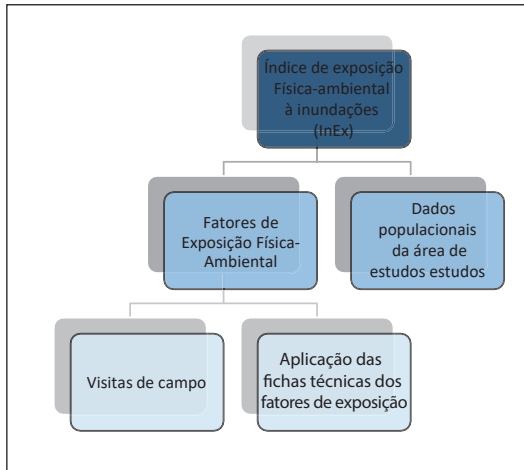
Procedimentos metodológicos e operacionais

A produção científica necessita de uma série de procedimentos, como a busca bibliográfica, a análise comparativa de informações em bases teóricas científicas e documentais pertinentes à área de estudo e aos conceitos abordados, embasados em fonte de pesquisas como: teses, dissertações, artigos, aplicação de fichas de campo e demais trabalhos científicos.

Será utilizado a perspectiva descritiva – explicativo, que consiste em descrever as características de uma dada população, de um fenômeno ou de uma experiência e/ou o procedimento que envolve análises descritivo – qualitativas dos múltiplos aspectos de um determinado ambiente, como o tipo de solo, a conformação do relevo e a influência da cobertura vegetal. Referente as morfologias, enfatizou-se a planície de inundação do Rio Maranguapinho, as construções da área de estudos e arruamento do local.

A metodologia utilizada foi a de Oliveira (2018), dotada de adaptações, para aplicação na área de pesquisa da BHRM, como podemos observar na Figura 3, foram estruturadas uma série, portanto, a pesquisa utiliza-se de dados primários e secundários para a elaboração do Índice de Exposição – InEx à inundação no qual as pessoas estão expostas dentro da área de estudos.

Figura 3 – Esquema organizacional dos indicadores e formação do índice da pesquisa



Fonte: Elaborado pelo autor (2020) a partir de Oliveira (2018).

Na elaboração dos mapas, foram utilizadas técnicas de geoprocessamento, por meio do ambiente de Sistema de Informação Geográfica (SIG). Para tal tratamento, optou-se pelo software *QuantumGis*, na sua versão 3.4, pois possui acesso livre e gratuito.

Aspectos ambientais da bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho

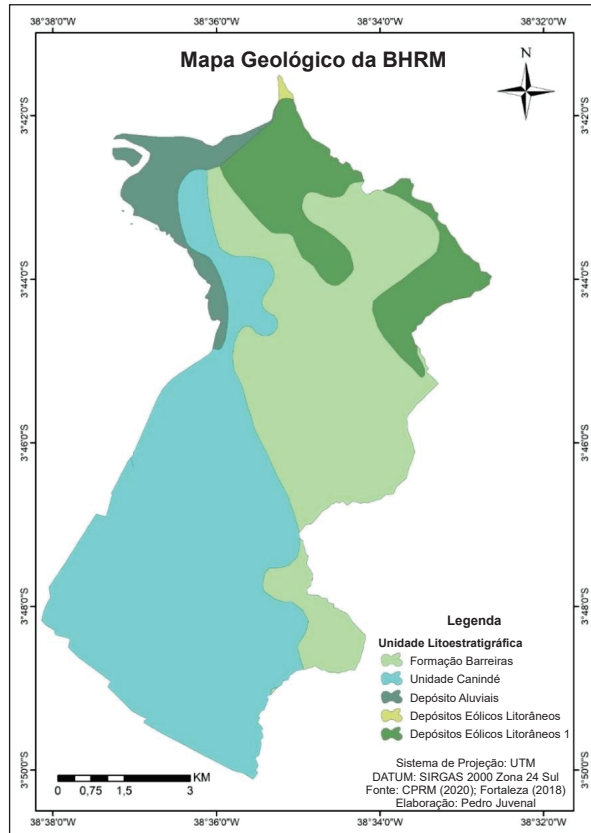
Os aspectos destacados entram em conformidade com Brandão (1995), que afirma que a maior parte dos processos naturais é influenciada pelo clima, relevo, solo, vegetação, recursos hídricos e, principalmente, a vida humana.

Geologia

De uma maneira geral, conforme uma redefinição proposta por Arthaud (2007), baseado em critérios de correlação, o Grupo Ceará (Unidade Canindé) é formado principalmente por rochas paraderivadas metamorfozadas em alto grau e comumente migmatizadas.

A Formação Barreiras distribuiu-se em faixas de largura variável, acompanhando a linha de costa, chegando a adentrar 30 km no continente e aflorando no litoral constituindo as falésias (OLIVEIRA, 2012). Na Figura 4, observa-se a distribuição dos aspectos geológicos sobre o território da BHRM em Fortaleza, salientando a estrutura pré-cambriana da unidade Canindé como predominante, bem como a formação barreirase o acúmulo aluvião.

Figura 4 – Mapa da estrutura geológica da BHRM, com ênfase nas unidades litoestratigráficas



Fonte: Autor (2022).

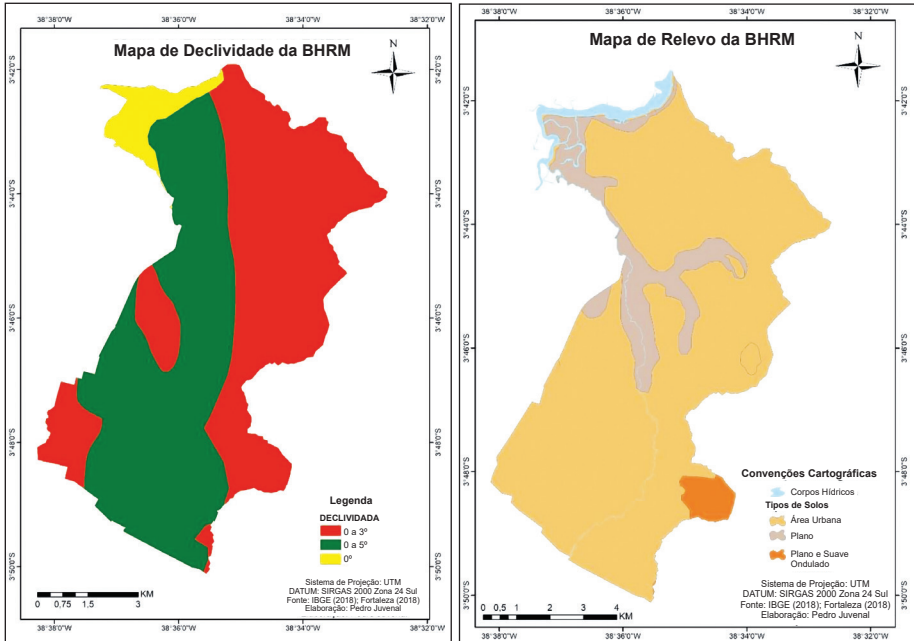
Geomorfologia

No que tange às características topográficas, a maior parte da Bacia Hidrográfíca do Rio Maranguapinho é drenada por terrenos cujas cotas altimétricas não ultrapassam 100 metros (cerca de 80% da bacia) e declividades que não superam a 10%.

A proximidade da foz do Rio Maranguapinho com o litoral cearense também é significativo fator de influência sobre o escoamento superficial na bacia, já que a ocorrência de fenômenos pluviométricos intensos, potencialmente causadores de inundações e uma ocasião de maré alta pode dificultar ainda mais o escoamento na bacia e promover muitos problemas à população que habita as planícies fluviais, fluviomarina e lacustre (ALMEIDA; CARVALHO, 2010).

A BHRM caracteriza-se pelas cotas altimétricas bem reduzidas (Figura 5), chamando atenção ao processo de planificação ocorrido no leito dos rios Ceará e Maranguapinho.

Figura 5 – Mapas temáticos contemplando aspectos da declividade e relevo da BHRM



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Hidrografia

A bacia do Maranguapinho é formada por oito sub-bacias e 21 corpos d'água, sendo que as principais drenagens são representadas pelos rios: Maranguapinho, Baú e Água Verde, além de riachos Amanari, Tangureira, Pirapora e da Cruz (VIANA, 2005). Também se destacam como principais mananciais o Riacho Correntes, o Riacho da Lagoa da Parangaba, o Açude da Agronomia (Açude Santo Anastácio – UFC), o Riacho Sangradouro do Açude da Agronomia, o Riacho do Açude João Lopes e o Riacho da Lagoa do Mondubim (FARIAS, 2005) (Figura 6).

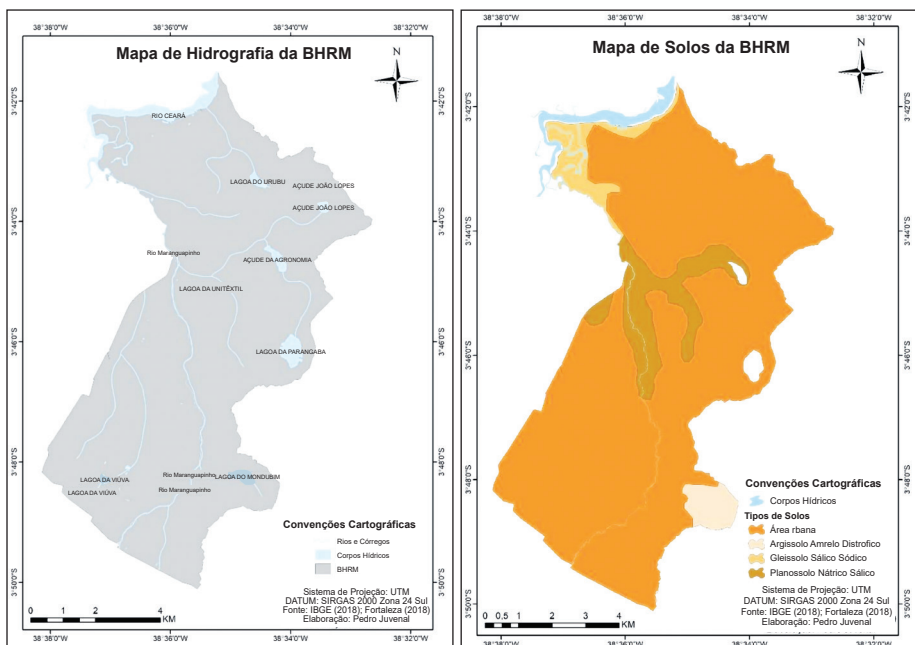
Solos

São identificados como litólicos, que são pouco desenvolvidos onde o horizonte A, é constituído de areia fina a médio, pouco siltosa, com

pedregosidade e matéria orgânica apresentando coloração cinza a marrom e o horizonte B, com granulação de fina a média e coloração castanha avermelhada, assenta-se sobre uma camada de argila-arenosa, que por sua vez assenta-se sobre rocha intemperizada de composição quartzo- feldspato com mica (FARIAS, 2005).

O que predomina na BHRM é a área urbana, que impermeabiliza o solo, nas partes mais planas do território a característica é de planossolos e próximo a voz do Rio Ceará o argissolos (Figura 6).

Figura 6 – Mapas temáticos sobre Hidrografia e Solos da BHRM



Fonte: Elaborado pelo autor (2022)

Vegetação

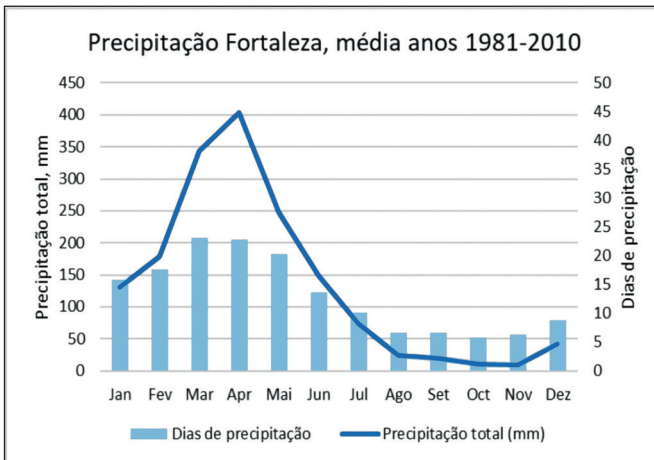
De acordo com Sales (2004), a cobertura vegetal se encontra devastada no Tabuleiro Pré-Litorâneo e em muitos pontos da Planície Fluvial, a vegetação original demata ciliar foi completamente retirada e ocupada, bem como, uma pequena porção de vegetação secundária sem grande significado ecológico.

As áreas de acumulação inundáveis se encontram em processo de uso e ocupação. Praticamente inexistente a mata ciliar ao longo do Rio Maranguapinho em Fortaleza, substituída por outras espécies introduzidas pelo homem.

Dinâmica climática de Fortaleza

Buscou-se o Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza – PDDU (1992), que classifica a cidade como do tipo AW’ da classificação de Köppen do ano de 1918, correspondendo ao macroclima da faixa costeira de clima tropical chuvoso, quente e úmido. A tendência normal é que ocorram chuvas durante o período de verão- outono, com maior intensidade durante fevereiro a maio, como podemos observar na Figura 7.

Figura 7 – Distribuição média mensal das chuvas em Fortaleza (1981 – 2010).



FONTE: Prefeitura de Fortaleza (2020).

Para Xavier (2004), Fortaleza apresenta cinco classes de precipitação, distribuídas de acordo com a Tabela 1:

Tabela 1 – Classes de precipitação mínima e máxima em Fortaleza-CE

Classes de Precipitação	Limite mínimo dePrecipitação.	Limite Máximo dePrecipitação
Ano muito seco	0mm	762,7mm
Ano seco	762,8mm	921,8mm
Ano normal	921,9mm	1311,0mm
Ano chuvoso	1311,1mm	1612,3mm
Ano muito chuvoso	Superior a 1612,3mm	-

Fonte: Elaborado pelo autor (2021) a partir de Xavier (2001).

Outra questão está relacionada ao regime pluviométrico anual irregular, podendo ocorrer anos de chuvas excessivas ou períodos de estiagem prolongados, com média de temperatura anual de 27 °C (SALES, 2004).

A situação climática de Fortaleza é complexa, pois remete à atuação de diversos sistemas oceano-atmosféricos, centros de ação e massa de ar que mantém entre si permanentes, oferecendo a capacidade acima citado (ZANELLA, 2007).

Exposição físico-ambiental a inundações na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho

Um dos principais elementos para composição do Índice de Exposição Físico-Ambiental a Inundações (InEx), são as fichas técnicas de campo, onde a metodologia é baseada em Guerra (2009) e Oliveira (2018), adotada de adaptações para a área de estudos da BHRM.

Logo, a pesquisa foi organizada em três etapas. A definição dos indicadores que contemplasse a avaliação dos aspectos ambientais constituiu-se na primeira etapa, sendo que, em função dos dados disponíveis, optou-se pela implantação em três atividades de campo. Foi instituída uma equipe multidisciplinar com quatro membros para aplicação das fichas de campo, considerando o tempo necessário, pois, a pandemia mundial do novo Coronavírus (covid-19), inviabilizou e frustrou uma série de atividades.

A segunda etapa constituiu-se na elaboração das fichas técnicas e para cálculo do Índice (InEx). Foram selecionadas sete (7) questões com cinco (5) alternativas de possíveis respostas, tais alternativas possuíam uma ordem de valores crescente entre 0-1, onde, mais próximo de 0 melhor ambientalmente e mais próximo de 1 pior, ou seja, mais exposto ambientalmente.

As fichas foram inicialmente elaboradas tendo por base a execução de procedimentos e escolha de elementos que representassem os aspectos físico-ambientais.

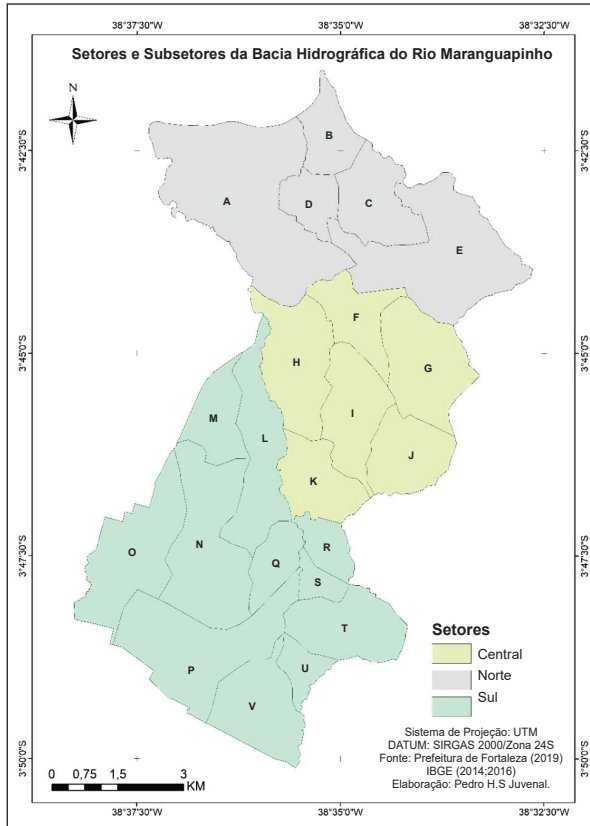
A terceira etapa foi o trabalho de laboratório que consiste na organização, tabulação e espacialização dos dados adquiridos em campo.

O índice de Exposição Físico-Ambiental a Inundações (INEX) e os mapas

Para a elaboração do InEx, organizou-se o espaço geográfico da área de estudos em três divisões e 22 subdivisões, com o objetivo de facilitar as coletas de dados necessárias.

A BHRM foi dividida em três Setores (Norte, Central e Sul) e vinte e dois (22) Subsetores (A à V), como podemos observar na Figura 8.

Figura 8 – Espacialização dos setores e subsetores no território da BHRM



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Essas divisões e subdivisões, possuem o propósito de auxiliar no desenvolvimento do InEx. Entretanto, foram considerados diversos aspectos, tais como; os fatores ambientais e a população, mas especificamente a concentração de pessoas que vivem na área estudada.

Essa prática de envolver dados sociais, principalmente o número de pessoas, ao cálculo do InEx é importante para produzirmos um trabalho que não fica restrito apenas aos elementos físico-ambientais, ou seja, ao terreno, mas leva em consideração as pessoas que estão expostas à inundação.

Sendo assim, elaborou-se uma função matemática baseada e adaptada em Oliveira (2018), que expresse as necessidades da pesquisa:

$$\text{InEx} = \frac{M_{\text{sub}} \times F_{\text{exp}}}{P_{\text{s}}}$$

Onde:

Ps: População do Setor (Ex.: Setor Norte, Setor Central e Setor Sul);
Msub: Média da população por subsetor (Ex.: Subsetor “A”, Subsetor “B”...);
Fexp: Fatores de Exposição Físico-Ambientais (Ex.: fichas técnicas aplicadas); **InEx:** Índice de Exposição.

Baseado nas informações adquiridas junto a Secretaria de Infraestrutura – SEFIN de Fortaleza (2015), a população dos nossos setores (Ps) é de aproximadamente 1.048.956, ou seja, a população total da área.

No caso do Msub, é uma média da população dos subsetores que compõem um setor, e foi elaborada conforme mostra Tabela 2, abaixo.

Tabela 2 – Distribuição populacional dos setores e subsetores

Setor	Subsetor						População do Setor (Ps)	Média da população por subsetor (Msub)
Norte	A	B	C	D	E		327.771	27.314
	F		G		H			
Central	I		J		K		293.724	20.980
	L		M		N			
Sul	O		P		Q		392.649	28.049
	R		S		T			
	U		V					

Fonte: Elaborado pelo autor (2020), a partir da SEFIN Fortaleza (2015).

Para construir o Fexp, aplicou-se a ficha técnica de campo na área de estudos. Foram necessários dois dias de campo para percorrer e analisar os 22 subsetores da BHRM. No trabalho de gabinete acertou-se os níveis de exposição físico-ambiental.

Os níveis são considerados em cinco classes, desse modo, adaptou-se às classes a realidade encontrada na área, sendo assim, levou-se em consideração a análise dos dados, curvas normais dos dados e padrões espaciais, para isso utilizou-se do método de classificação *Geometrical interval*, resultando nos níveis demonstrados na Figura 9.

Figura 9 – Classe e níveis de exposição ambiental

(0,000 – 0,465)	(0,466 – 0,523)	(0,524 – 0,547)	(0,548 – 0,605)	(0,606 – 1,000)
Muito baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito alto

Fonte: Elaborado pelo autor (2021), a partir de Oliveira (2018).

Para exemplificar, destacam-se as perguntas que constam na ficha técnica na Tabela 3. Logo após, elaborou-se a Tabela 4, com todos os valores atribuídos às questões de cada ficha aplicada em campo, bem como, os resultados encontrados.

Tabela 3 – Questionamentos levantados na ficha técnica de campo – fenômeno de inundações

Ordem das perguntas	Perguntas
P1	Drenagem natural (Quantidade de Canais)
P2	Lançamento de detritos (Lixo/Entulho/Esgoto) Dentro ou nas margens derios.
P3	Impermeabilização das margens (% de ocupação das margens)
P4	Grau de Assoreamento dos canais por sedimentos
P5	Impermeabilização das encostas contribuintes
P6	Drenagem em direção ao rio principal
P7	Qualidade estrutural das moradias

Fonte: Autor (2021), adaptado de Guerra (2009). Considerando que as perguntas eram seguidas de 5 opções de respostas possíveis, onde em debate a equipe marcava a opção de resposta com maiores similaridades com a realidade.

Tabela 4 – Níveis de exposição física/ambiental a inundações, por subsetores, na Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho, município de Fortaleza-CE

Subsetor	Fatores de Exposição Física (Fexp)							Nível de Exposição
	Pergunta 01	Pergunta 02	Pergunta 03	Pergunta 04	Pergunta 05	Pergunta 06	Pergunta 07	
A	0,75	0,75	0	0,5	0,75	0,75	0,25	0,535
B	0,75	0,75	0,75	0,75	1	1	0,25	0,750
C	0,25	0,25	0,75	0,5	1	1	0,25	0,571
D	0,25	0,25	1	0,25	1	1	0	0,535
E	0,25	0,25	0,25	0,5	1	0,75	0,5	0,500
F	0,5	0,75	0	0,75	0	0,5	0,25	0,392
G	0,25	0,25	0,75	0,5	1	1	0	0,535
H	0,75	1	0,5	0,5	1	1	0,25	0,714
I	0,25	0,5	1	0,25	1	1	0	0,571
J	0,5	0,75	1	0,5	1	1	0,5	0,750
K	0,5	0,25	0	0,75	1	0,75	0,25	0,500
L	0,75	1	0,5	0,5	0,5	0,75	0,75	0,678
M	0,5	0,25	1	0	1	1	0,25	0,571
N	0,5	1	0,5	0,5	0,5	0,5	0,25	0,535
O	0,25	0,5	0,25	0,75	0,25	0,25	0,25	0,357
P	0,75	0,5	0	0,5	0,25	0,25	0,25	0,357
Q	0,75	1	0	0,75	0,75	0,75	0,25	0,607
R	0,25	0,25	0	0,25	0,75	0,75	0	0,321
S	0,75	1	0	0,25	1	1	0,25	0,607
T	0,5	1	0,25	0,75	0,75	0,5	0,25	0,571
U	0,25	0,75	1	0	1	1	0	0,571
V	0,25	1	0,75	0,25	1	0,5	0,5	0,607
MÉDIAGERAL	0,457	0,847	0,357	0,353	0,737	0,607	0,256	0,551

Fonte: Autor (2021).

Após a tabulação dos dados verificou-se que a classe mais dominante é a de exposição “Muito Alta” classificada em sete subsetores, logo em seguida os aspectos “Alto” com 5 subsetores, “Médio” e “Muito Baixo” apresentam 4 subsetores e por fim “Baixo” com 2 subsetores.

Um fator que chamou atenção é que a maior parte dos subsetores encontra-se na classe de exposição “Muita Alta”, com aproximadamente 32% apresentando essa classificação, seguida de perto pela classe “Alta” com aproximadamente 23% dos subsetores mostrando essa classificação.

Nessa perspectiva os subsetores J, B e H, foram os que apresentaram maiores níveis, como 750, 750 e 714 respectivamente, com problemáticas com relação aos aspectos ambientais, isto significa que esses espaços são mais vulneráveis ambientalmente. Fato justificado através de inúmeras irregularidades (Figura 10), tais como: falta de vegetação, impermeabilização do solo, depósito de lixo em locais inadequados, ausência de coleta seletiva e periódica, disposição de esgoto residual diretamente no leito do rio, insuficiência de escoamento e/ou bocas de lobo etc.

Figura 10 – Coletânea de imagens referentes as problemáticas encontradas na BHRM



Fonte: Acervo pessoal (2021).

As formas de usos em áreas urbanas ou rurais são refletidas na qualidade das águas, produção de áreas de lazer, poder econômico e valorização do solo. Daí se ressalta a importância de estudos que elenque e discutam os aspectos naturais econômicos e sociais que influenciam na dinâmica dessa unidade ambiental (MAIA, 2011).

A BHRM é moradia de aproximadamente 40% da população fortalezense, entretanto, 6.000 famílias vivem nas margens do rio (FORTALEZA, 2020), ou seja, aproximadamente 24 mil pessoas estão expostas mais fortemente aos eventos de inundações na quadra chuvosa cearense.

Na sequência, introduziu-se os dados sobre a população para assim, contemplar-se todos os elementos necessários para a elaboração do Índice de Exposição Físico- Ambiental a Inundações (InEx) da bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho (Figura 11).

Com a introdução do indicador “População” a classificação de vários subsetores variou, tanto para níveis mais baixos, como para níveis mais altos de exposição. Após nova tabulação dos dados verificou-se que a classe mais dominante é da exposição “Baixa” classificada em 6 sub-setores, logo em seguida os aspectos “Muito Baixa” com 5 subsetores, “Médio” e “Alto” apresentam 4 subsetores e por fim “Muito Alto” com 3 subsetores (Tabela 5).

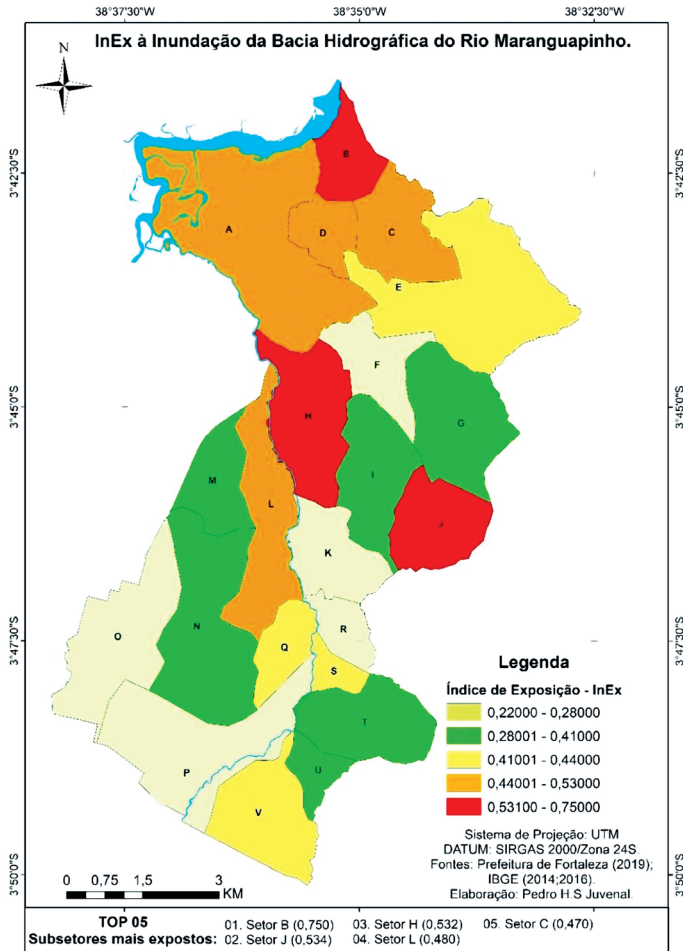
Tabela 5 – Quantidade de subsetores por classe de exposição

Classe de exposição e Setor	Muito Baixo	Baixo	Médio	Alto	Muito Alto
Subsetores	05	06	04	04	03
Setor Norte	00	00	01	03	01
Setor Central	02	02	00	00	02
Setor Sul	00	01	03	04	00

Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Com o acréscimo de mais um indicador a maior parte dos subsetores, encontram-se em uma nova classe de exposição a “Baixa”, com aproximadamente 27% apresentando essa classificação, sobre a classe “Muito Alta” a redução superior a 50%, apresentando apenas 23% dos subsetores com essa classificação.

Figura 11 – Índice de Exposição Físico-Ambiental da BHRM



Fonte: Elaborado pelo autor (2020).

Com o acréscimo de mais um indicador (população), a maior parte dos subsetores, encontram-se em uma nova classe de exposição, a “Baixa” com aproximadamente 27% apresentando essa classificação. Sobre a classe “Muito Alta” a redução foi superior a 50%, apresentando apenas 23% dos subsetores com essa classificação.

Considerações finais

As inundações, antes de deflagrarem danos à população, à suas construções, aos seus meios de vida, são processos naturais, que inexoravelmente ocorrerão a depender de processos ambientais e dos padrões de ordenamento territorial das cidades e demais regiões. São fenômenos que apresentam alguma regularidade associada aos corpos hídricos, e que, conseqüentemente, apresentam algum nível de previsibilidade temporal e espacial. São, portanto, localizáveis, possuem dimensão geográfica, e são passíveis de representação cartográfica.

Para que as ações do poder público sejam orientadas às necessidades da população e compatíveis com a realidade local, é importante conhecê-las segundo as suas potencialidades e limitações ambientais, econômicas e sociais. Assim, por meio do mapeamento é possível a compreensão das inter-relações destes no espaço, criando, assim, mecanismos para a identificação das áreas com maior ou menor exposição.

O InEx é um conjunto de indicadores que formam um índice, com o objetivo principal de espacializar as informações adquiridas em mapas impressos, digitais e/ou interativos, possibilitando aos gestores públicos conhecer o território, sobretudo, identificar as particularidades, fragilidades e as reais necessidades da comunidade de uma forma mais eficiente, ou seja, pode ser usado como subsídio ao processo de tomada de decisão, ao apontar espacialmente quais as áreas encontram-se mais expostas.

As informações produzidas são fatores indicadores dos locais prioritários para a aplicação de investimentos e políticas que visem à prevenção e a preparação aos eventos naturais esperados.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. Q. Vulnerabilidade e Riscos Socioambientais na Bacia Hidrográfica do Rio Maranguapinho-Ce. In: SILVA, J. B; DANTAS, E. W. C.; ZANELLA, M. E.; MEIRELES, A. J. A. (org.). *Litoral e Sertão: natureza e sociedade no nordeste brasileiro*. Fortaleza: Expressão Gráfica, 2006. p. 183-194.

ALMEIDA, L. Q. *Vulnerabilidades Socioambientais de Rios Urbanos*. Bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho. Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará. 2010. 278 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista – UNESP, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2010. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/104309>. Acesso em: 23 mar. 2017.

ALMEIDA, L. Q. de; CARVALHO, P. F. Riscos naturais e sítio urbano – inundações na bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza, Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, São Paulo, v. 11, n. 2, p. 35-49, 2010. Disponível em: <http://www.lsie.unb.br/rbg/index.php/rbg/article/view/150>. Acesso em: 30 jul. 2021

ARTHAUD, M. H. *Evolução Neoproterozóica do Grupo Ceará (Domínio Ceará Central NE do Brasil): da sedimentação à colisão continental brasileira*. 2007. 170 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

BRANDÃO, R. L *et al. Diagnóstico geoambiental e os principais problemas de ocupação do meio físico da Região Metropolitana de Fortaleza*. Fortaleza: ProjetoSINFOR/CPRM, 1995.

BRASIL. Ministério das Cidades. Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT. *Mapeamento de riscos em encostas e margem de rios*. Brasília: Ministério das Cidades; Instituto de Pesquisas Tecnológicas – IPT, 2007.

CEARÁ. Secretaria da Infraestrutura. *Estudos Hidrológicos e hidráulicos da bacia hidrográfica do Rio Maranguapinho*. Fortaleza, 2006.

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES. *Atlas brasileiro de desastres naturais: 1991 a 2012*. 2. ed. Florianópolis: CEPE, 2013.

FARIAS, J. O. F. *Análise da poluição antrópica na bacia do Rio Maranguapinho*. 2005. 119 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

FORTALEZA. *Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Fortaleza*: SEINF. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza, 1992.

FORTALEZA. Secretária Municipal de Finanças – SEINF. Fortaleza: Prefeitura Municipal de Fortaleza. Disponível em: <https://www.sefin.fortaleza.ce.gov.br/>. Acesso em: 1º fev. 2022.

FORTALEZA. Secretária Municipal de Urbanismo e Meio Ambiente. *Índice de vulnerabilidade às mudanças climáticas e plano de adaptação*: Cidade de Fortaleza, Estado do Ceará. Fortaleza 2020.

GUERRA, A. J. T. *et al.* Criação de um sistema de previsão e alerta de riscos a deslizamentos e enchentes, visando minimizar os impactos sócio-ambientais no bairro Quitandinha, bacia do Rio Piabanha, afluente do Paraíba do Sul, município de Petrópolis-RJ. In: SEMINÁRIO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO PARAÍBA DO SUL RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS, SERVIÇOS AMBIENTAIS E SUSTENTABILIDADE, 2., 2009. Taubaté, SP. *Anais [...]*. Taubaté-SP: IPABHI, 2009. p. 785-824.

MAIA, J. A. *Qualidade ambiental e nível de estado trófico do Rio Maranguapinho na Região Metropolitana de Fortaleza-CE*. 2011. 144 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará – UECE, Centro de Ciências e Tecnologia, CCT, Fortaleza, 2011

MARANDOLA, JR. E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. *Geosul*, Florianópolis, v. 19, n. 38, p. 25-58, set./dez. 2004.

MARQUES, W. S. *Indicadores ambientais para caracterização do sistema estuarino Ceará-Maranguapinho*, 2002. Relatório (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2002.

OLIVEIRA, F. L. S. *Indicadores de vulnerabilidade e risco local: o caso do município de Pacoti-CE*. 2018. 223 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual do Ceará (UECE), Centro de Ciências e Tecnologia (CCT), Fortaleza, 2018.

OLIVEIRA, G. N. D. *Avaliação Físico-Química das Águas da Bacia Hidrográficada Rio Maranguapinho, Região Metropolitana de Fortaleza-Ceará*. 2012. 74 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2012.

ORGANIZAÇÕES DAS NAÇÕES UNIDAS – ONU. Departamento de Minimização da Desastres. *Marco de Ação de Hyogo 2005 – 2015: aumento da resiliência das nações e das comunidades frente aos desastres*. ONU, 2015. Disponível em: http://www.defesacivil.pr.gov.br/arquivos/File/Marco/MarcodeHyogoPortugues2_0052015.pdf. Acesso em: 24 set. 2021.

SALES, L. B. F. *Análise Sócio-Ambiental do segmento do baixo curso do Rio Maranguapinho na cidade de Fortaleza-Ce: Relações Sociedade x Natureza*. 2004. 131 f. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2004.

SOUZA, M. S. de. Fortaleza: uma análise da estrutura urbana. 3º ENCONTRO NACIONAL DE GEÓGRAFOS/AGB, 1978. Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza-CE, 1978.

VIANA, N. O. *Aspectos Hidrogeológicos na Região de Maranguape-Ceará*. 2005. Relatório (Graduação em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

VINCHON, C. *et al. Assessing vulnerability to natural hazards in Europe, Move: from principles to practice a manual on concept, methodology and tools*. Bonn: Report of the move, 2011. Disponível em: www.move-fp7.eu. Acesso em: 28 jan. 2022.

XAVIER, T. M. B. S. Chuvas em janeiro e fevereiro 2004 no Ceará e dificuldades para previsão durante os anos neutros no Pacífico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 13., 2004. Fortaleza. *Anais [...]*. Fortaleza: CBM, 2004.

ZANELLA, M. E.; OLÍMPIO, J. L. Impactos pluviais, risco e vulnerabilidades em Fortaleza-CE. In: MENDONÇA, F. A. (org.). *Riscos Climáticos: vulnerabilidades e resiliência associados*. Jundiaí: Paco Editorial. 2014. p. 115-136.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

ANÁLISE ESPAÇO-TEMPORAL DOS EVENTOS DE INUNDAÇÃO NO MUNICÍPIO DE PETRÓPOLIS/RJ

João Pedro de Andrade Eduardo
Marta Foeppeel Ribeiro

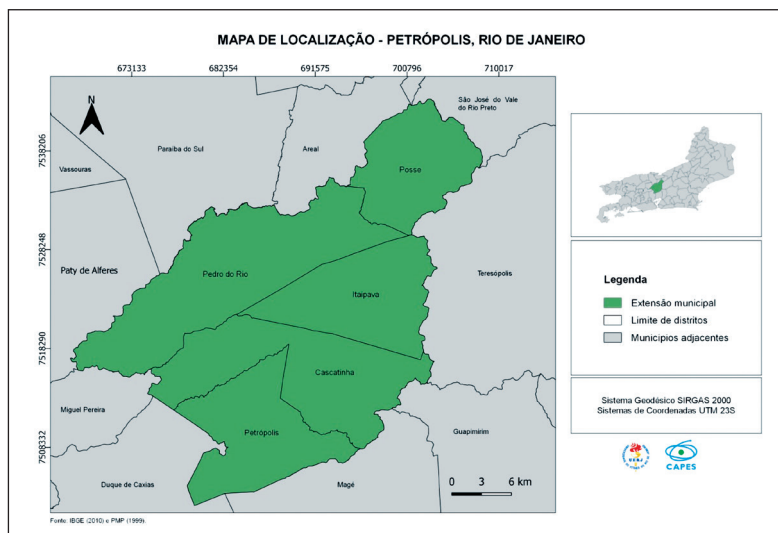
Introdução

No espaço da bacia hidrográfica, unidade básica dos estudos ambientais, é possível verificar a relação entre componentes do meio físico e conflitos gerados pelo processo histórico de produção e de ocupação do espaço geográfico. As inundações são, além de processos naturais, fenômenos atribuídos às alterações antrópicas, principalmente, quando relacionadas à intensa urbanização, ao desmatamento e à ocupação de áreas de risco (GOERL; KOBIYAMA, 2005).

O município de Petrópolis apresenta um histórico de eventos relacionados a inundações que desencadeiam danos ambientais, econômicos e sociais. Registros apontam a ocorrência de eventos no município desde o século XIX, perdurando até a atualidade. Nesse contexto, este capítulo visa inventariar os eventos de inundação no município de Petrópolis entre os anos de 2000 e 2021, por meio do levantamento de crônicas, de registros históricos, de matérias jornalísticas e de dados oficiais. Além disso, busca-se analisar a manifestação dos fenômenos das inundações dentro de uma escala intraurbana.

Localizado na Região Serrana do Estado do Rio de Janeiro, Petrópolis possui extensão territorial de 791,144 km², com aproximadamente 858 metros de altitude e 307.144 habitantes (estimativas do IBGE para o ano 2021). Administrativamente, o município está dividido em cinco distritos: Petrópolis, Cascatinha, Itaipava, Pedro do Rio e Posse (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização do município de Petrópolis e seus distritos



Fonte: Os autores (2021).

O processo de ocupação do município de Petrópolis perpassa por diferentes momentos históricos, econômicos e culturais. O ciclo do ouro, a vinda da família real para o Brasil, a industrialização e o processo de desindustrialização figuram entre os cenários responsáveis pela modelação e remodelação do espaço petropolitano (WINTER, 2021).

No decorrer de sua evolução urbana, diferentes alterações na paisagem natural passaram a marcar o município de Petrópolis. Seu planejamento de ocupação foi idealizado a partir dos cursos dos principais rios do município: Quitandinha, Piabanha e Palatino. Para o estabelecimento da ocupação, houve a retilinização e a modificação dos canais fluviais, o que – somado às sucessivas transformações no uso do solo – favoreceu a ocorrência de alterações na dinâmica das bacias hidrográficas (SANTOS *et al.*, 2019).

De acordo com Guerra *et al.* (2007), o município encontra-se estruturado sobre rochas falhadas e fraturadas com o predomínio de granitos e gnaisses. Suas encostas, em grande parte, sofrem variações entre 5° e 60° de declividade. No que se refere ao regime pluviométrico, Petrópolis apresenta médias anuais de cerca de 2.000 mm, registrando as maiores concentrações de chuva entre os meses de novembro a março. Os solos presentes nas escarpas serranas, em geral, são pouco espessos, sendo caracterizados pela presença de cambissolos, porém, em alguns pontos, registram-se solos com características de perfil pedológico profundo (DANTAS, 2000).

A área de estudo é caracterizada pelo bioma da Mata Atlântica. A supressão e o estreitamento de seus remanescentes têm gerado a formação de ilhas

e fragmentos florestais, bem como a aceleração de processos erosivos. No cenário geomorfológico, a diversificada rede hidrográfica corre encaixada nos fundos de vale e é estruturada pelo Rio Piabanha – principal drenagem que corta o município até desaguar no Rio Paraíba do Sul. Salienta-se que, ao passar por locais urbanizados, o Rio Piabanha e seus afluentes recebem dejetos químicos e esgotos domésticos, o que reflete nos elevados índices de poluição dos corpos hídricos (PREFEITURA MUNICIPAL DE PETRÓPOLIS, 2013).

No início dos anos 2000, Guerra *et al.* (2007) apontavam um aumento da degradação ambiental em Petrópolis, em decorrência do processo de ocupação em décadas anteriores, aliado às condições climáticas, geomorfológicas, geológicas e pedológicas. Pondera-se que este cenário reúne elementos suficientemente capazes de intensificar os eventos de inundação, transformando-os em desastres e catástrofes.

Metodologia

Inicialmente, a metodologia envolveu varreduras em diferentes acervos jornalísticos: Tribuna de Petrópolis, Acontece em Petrópolis, Diário de Petrópolis, Portal G1, O Globo e Portal *on-line* Petronews. Com a finalidade de extrair dados e informações específicas que remontam aos eventos de inundação no município de Petrópolis, as buscas concentraram-se em diferentes momentos, com ênfase para reportagens entre os anos de 2000 e 2021. Destaca-se que determinados registros históricos ocorridos entre os séculos de XIX e meados do século XX foram extraídos da Tese de Doutorado da autora Assumpção (2015). Outra importante fonte de dados utilizada foram os registros de inundação cedidos pelo Laboratório de Cartografia – GEOCART/UFRJ, com série histórica variando entre os anos de 1900 e 2015.

Além das reportagens, foram realizados levantamentos de registros de inundação junto ao banco de dados S2ID – Sistema Integrado de Informações sobre Desastres do Governo Federal. Outra fonte indispensável na identificação dos eventos de transbordamento de rios em Petrópolis foram os dados provenientes das estações do Sistema de Alerta de Cheias do Instituto Estadual do Ambiental – INEA. Para este estudo foram selecionadas as seguintes estações que realizam medições fluviométricas em Petrópolis: Alto da Serra, Bingen, Centro, Coronel Veiga, Corrêas, Itaipava, Nogueira e Cuiabá.

Frisa-se que o levantamento e a quantificação dos registros de inundação prosseguiram até o mês de junho de 2021. Esses levantamentos feitos em diferentes fontes ocorreram devido à inexistência de um banco de dados integrado, consolidado e de fácil acesso.

Com a finalidade de produzir a série histórica dos eventos de inundação no município de Petrópolis, os diferentes registros levantados foram agrupados em uma planilha no software Microsoft Office Excel 2010. Estes registros foram discriminados em diferentes colunas, como: tipo de logradouro, nome do logradouro, número de porta, complemento, distrito, bairro, coordenadas geográficas, data da ocorrência, fonte e data da publicação da fonte. Menciona-se que as ocorrências que não possuíam coordenadas espaciais foram georreferenciadas por meio do Google Earth Pro, o que possibilitou, em seguida, a plotagem e a elaboração de representações cartográficas.

Posteriormente, foram obtidos dados digitais em formato vetorial – extensão shapefile (SHP) – de diferentes temáticas de Petrópolis (limite, drenagem e transportes) provenientes da base cartográfica 1:10.000 da Prefeitura Municipal de Petrópolis (1999).

Houve a aquisição das imagens da câmera WPM do Satélite CBERS-4A (Bandas 0, 1, 2, 3 e 4) referente à área de estudo. Optou-se por utilizar as imagens mais recentes do município disponíveis no sítio eletrônico do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE. As imagens são do dia 22/06/2020 e apresentam baixa cobertura de nuvens. Depois da aquisição das imagens, realizou-se diferentes processamentos em ambiente SIG (*software* QuantumGIS), como a função *Miscelânea/Mesclar*, para gerar a composição colorida a partir das bandas espectrais 1, 2, 3 e 4, que possuem resolução espacial de 8 metros. Posteriormente, ao obter um arquivo único de imagem, utilizou-se a função *Pansharpening* para realizar a fusão entre a composição colorida gerada e a Banda 0, que possui resolução espacial de 2 metros. Ao final dos procedimentos, obteve-se como resultado uma imagem colorida com detalhamento de 2 metros de resolução espacial.

Foram também realizadas outras análises específicas em ambiente SIG, como a construção de uma Carta Imagem, em escala de detalhamento, que visou identificar o total de ocorrências de inundação por trecho na rua Coronel Veiga. Para tal, utilizou-se o modificador de simbologia renderizador *Point Cluter* no QGIS 3.16.7. Esta função realiza um agrupamento dos pontos próximos em um único símbolo com base em uma dada distância (QGIS PROJECT, 2021). Após realizar diferentes tentativas, a distância que apresentou o melhor resultado foi a de 60 metros.

Após a construção da planilha contendo os registros de inundação em Petrópolis, realizou-se um corte na série histórica original. Para este estudo, foram utilizados apenas os dados entre os anos de 2000 e 2021, uma vez que grande parte dos dados pretéritos possui localização imprecisa. Feitos os ajustes, as ocorrências inventariadas em planilha em Excel desdobraram-se em gráficos e em produtos cartográficos que elucidam, no tempo e no espaço, os eventos de inundação no município de Petrópolis.

Resultados e discussões

O conhecimento dos registros pretéritos de inundação e de desastres em Petrópolis tornou-se notório por meio de documentos históricos, relatos, crônicas e reportagens jornalísticas. Ao longo de décadas, esses eventos tornaram-se recorrentes e intensos em razão de aspectos humanos e físicos.

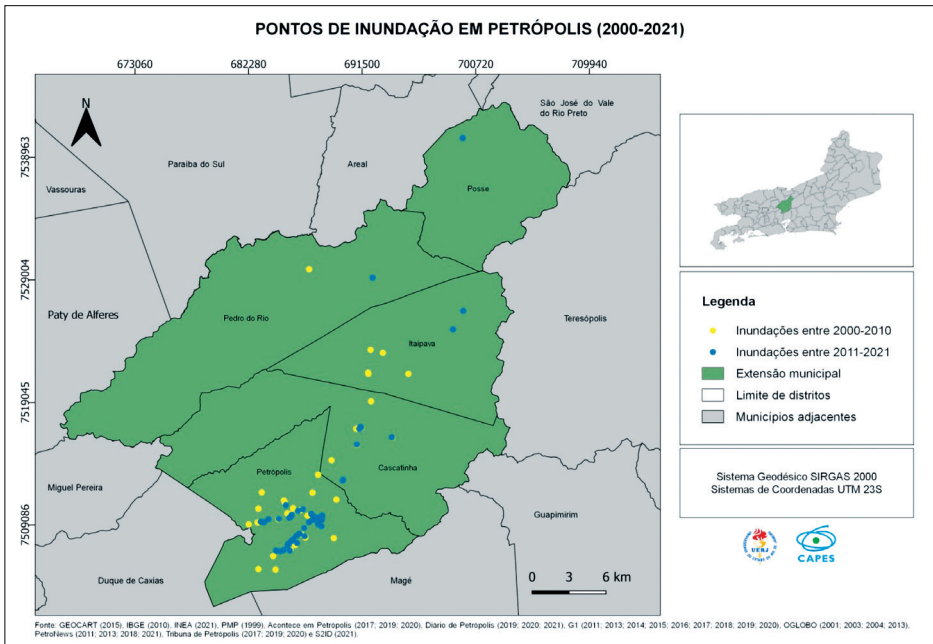
É importante ressaltar que grande parte dos registros compreendidos entre os anos de 1850 e 1990 não apresentaram quaisquer informações sobre o endereçamento ou outras informações que possibilitassem o seu georreferenciamento. Muitos destes registros apenas indicavam o ano de ocorrência, o bairro e/ou o distrito em que o evento aconteceu. Em contrapartida, a partir do ano 2000, houve melhora nas informações referentes ao endereço, como especificações sobre o nome de logradouros, bairros, complementos e números de porta. O preenchimento correto destes campos levou à possibilidade de atribuição de coordenadas geográficas a um maior número de registros.

Após reunir, manipular e organizar os dados de diferentes fontes, os registros consolidados possibilitaram a reconstrução da série histórica dos eventos de inundação ao longo do tempo. Desde o ano de 1850 são observados eventos repercutindo sobre município, no entanto, ressalta-se que não foram encontrados registros ou menções referentes a ocorrências de inundação anteriores ao referido ano. Outros eventos foram relatados por meio de documentos históricos, como nos anos de 1872, 1875, 1882, 1883, entre outros. No decorrer dos anos, percebe-se que as perdas e danos também passaram a compor o cotidiano petropolitano de maneira crescente.

Conforme declarações feitas ao Jornal de Petrópolis pelo então Prefeito Flávio Castrioto (1966, *apud* ASSUMPÇÃO, 2015, p. 189), os eventos de inundação com proporções destacáveis ocorreram nos anos de: 1856, 1897, 1929, 1945, 1965. Além disso, outros episódios relevantes foram registrados em: 1905, 1924, 1935 e 1964.

Iniciando o século XXI, observou-se diferentes eventos de inundação se desenrolando a partir do ano de 2000. Por meio dos registros, pôde-se observar a recorrência dos eventos nos distritos, bem como em diferentes anos. Dito isto, o mapa a seguir (Figura 2) explicita, em tons de cores, os pontos de inundação agrupados por dois períodos: o primeiro período entre os anos de 2000 e 2010 (em tom de cor amarela) e o segundo período entre os anos de 2011 e 2021 (em tonalidade azul). O mapa permite visualizar a distribuição dos eventos no tempo e no espaço, possibilitando verificar a concentração e a proximidade de pontos de inundação na porção sul do município de Petrópolis. Em ambos os períodos destacados, os eventos se concentram em maior número nos distritos Sede de Petrópolis e em Cascatinha, respectivamente.

Figura 2 – Mapa de pontos de inundação (2000-2021)

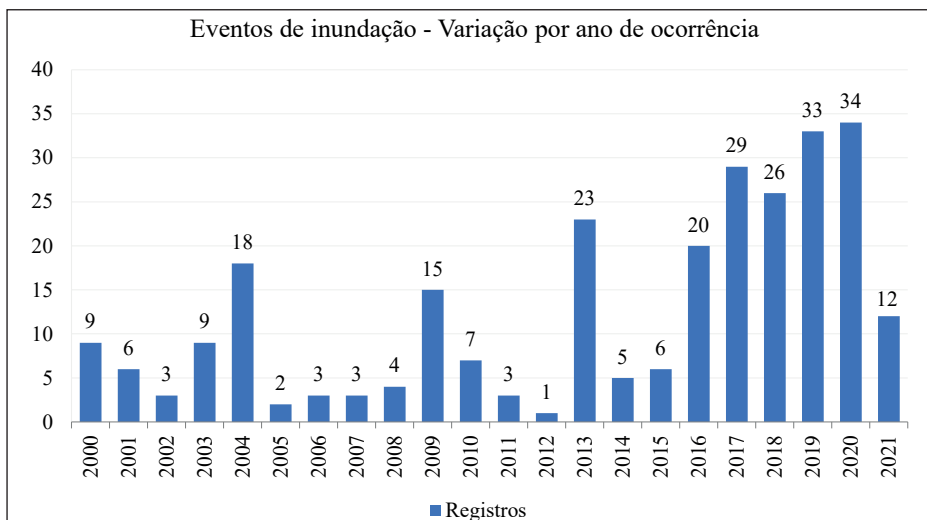


Fonte: Os autores (2021).

Em conformidade com os registros levantados e organizados, dados consolidados pela Fundação COPPETEC (2014) identificou a ocorrência dos eventos de inundação que se configuraram desastres naturais em virtude da alta magnitude das perdas e dos danos levantados. Desse modo, eventos ocorridos nos anos de 2001, 2003, 2004, 2005, 2007, 2008, 2009, 2011 e 2012 foram os que mais impactaram o município. Dentre os anos citados, é importante frisar o desastre ocorrido em 12/01/2011, responsável por deixar 2.800 pessoas desabrigadas, 6.341 desalojados e 76 vítimas fatais em áreas do distrito de Itaipava.

Ao examinar os eventos de inundação no decorrer dos anos, nota-se uma variação de ocorrências entre os anos de 2000 e 2021. Nessa perspectiva, o gráfico a seguir (Gráfico 1) exemplifica a oscilação dos registros de inundação na janela temporal compreendida entre os anos de 2000 e 2015. Durante este período, observa-se o pico de ocorrências identificadas nos anos de 2004 (18 eventos), 2009 (15 eventos) e 2013 (23 eventos), contrapondo com os anos que apresentaram poucos eventos registrados, como em 2002 (3 eventos), 2005 (2 eventos) e 2012 (1 evento).

Gráfico 1 – Eventos de inundação – variação por ano de ocorrência (2000-2021)

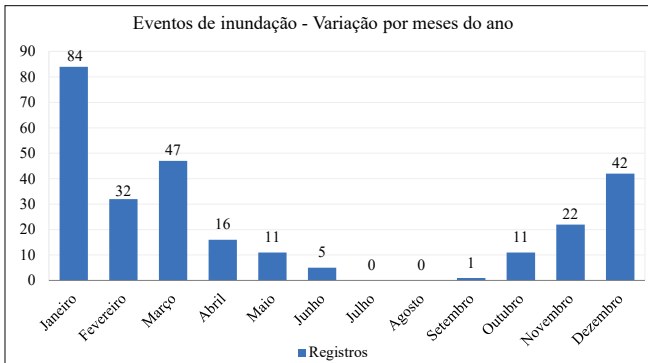


Fonte: Os autores (2021).

O gráfico 1 ainda elucida que a partir do ano de 2016 houve novos picos de eventos de inundação. Enfatiza-se que os anos de 2017 (29 eventos), 2019 (33 eventos) e o ano de 2020 (34 eventos) apresentaram quantitativos consideráveis. É possível inferir que o aumento dos registros observados recentemente pode ter relação com: as transformações ocorridas na área ocupada nos últimos anos; a incidência de eventos extremos; os incrementos tecnológicos na identificação de fenômenos naturais; e a melhora na catalogação dos registros. É importante também ponderar que os jornais locais passaram a incorporar as mídias sociais na disseminação de notícias, o que repercutiu na aproximação entre a comunidade e os veículos jornalísticos, bem como no melhor compartilhamento de fotos, vídeos e relatos.

Quanto à distribuição das inundações ao longo do ano, os registros apontam para a concentração dos fenômenos em determinados meses (Gráfico 2). Dessa maneira, as inundações obedecem aos períodos chuvosos para o município de Petrópolis, principalmente, entre os meses de novembro a abril em que os volumes pluviométricos se mostram elevados. Além disso, verifica-se que o mês de janeiro é responsável por concentrar grande parcela dos registros, com cerca de 84 eventos já relatados. Em contraste, observou-se uma menor incidência dos registros de inundação para os meses de julho e agosto durante a série histórica analisada.

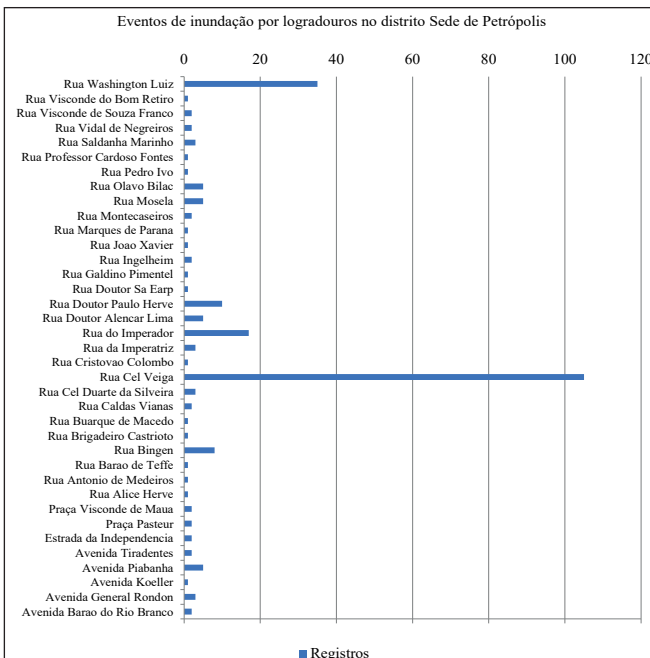
Gráfico 2 – Eventos de inundação – variação por meses do ano (2000-2021)



Fonte: Os autores (2021).

Análises detalhadas também possibilitaram verificar a incidência dos eventos de inundação por logradouros em Petrópolis. Os Gráficos 3, 4 e 5 demonstram a quantidade 159, 160, de registros para os diferentes endereços nos cinco distritos do município. O Gráfico 3 retrata as ocorrências para os logradouros do distrito Sede de Petrópolis.

Gráfico 3 – Eventos de inundação por logradouros no distrito Sede de Petrópolis (2000-2021)

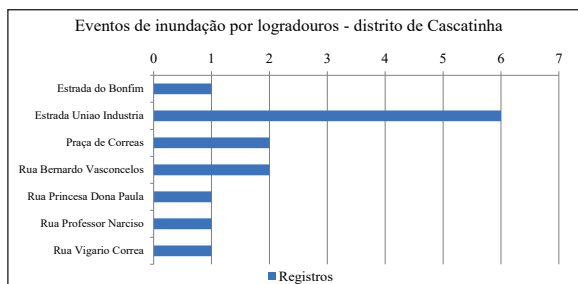


Fonte: Os autores (2021).

A partir do Gráfico 3, nota-se que diferentes logradouros registraram eventos de inundação. Os logradouros que obtiveram recorrência na janela temporal analisada foram: Rua Coronel Veiga (105 registros), Rua Washington Luis (35 registros), Rua do Imperador (17 registros), Rua Doutor Paulo Hervê (10 registros) e Rua Bingen (10 registros).

Prosseguindo com as análises dos logradouros, o Gráfico 4 traz os registros que se abateram sobre as ruas, estradas e praças do distrito Cascatinha. Nesse sentido, visualiza-se os eventos de transbordamentos ocorridos na Estrada União Indústria (6 registros), Estrada do Bonfim (2 registros) e Praça de Corrêas (2 registros).

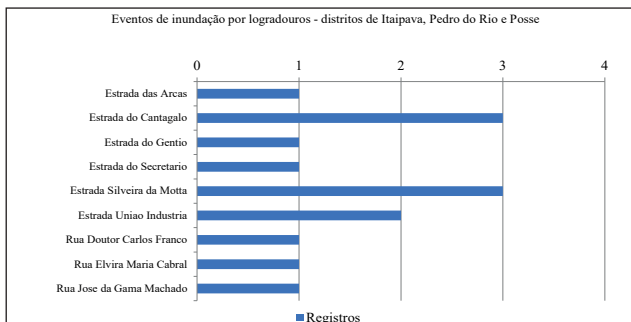
Gráfico 4 – Eventos de inundação por logradouros no distrito de Cascatinha (2000-2021)



Fonte: Os autores (2021).

Por último, apresenta-se o gráfico com os registros de inundação para os logradouros dos distritos de Itaipava, Pedro do Rio e Posse (Gráfico 5). Nestas localidades, as vias que sobressaíram devido à incidência dos transbordamentos foram: Estrada do Cantagalo (3 registros), Estrada Silveira da Motta (3 registros) e a Estrada União Indústria (2 registros).

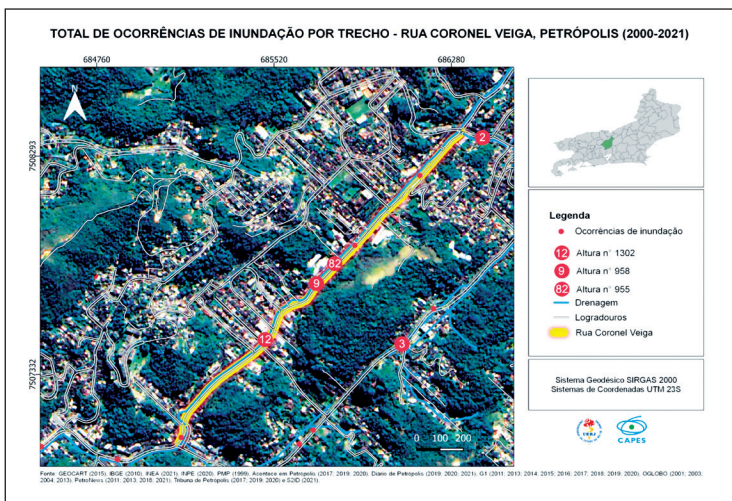
Gráfico 5 – Eventos de inundação por logradouros nos distritos de Itaipava, Pedro do Rio e Posse (2000-2021)



Fonte: Os autores (2021).

Os gráficos contendo os registros de inunda o por logradouros evidenciou a rua Coronel Veiga como a via de maior recorrência aos transbordamentos em Petrópolis para o período analisado. Dessa maneira, torna-se fundamental realizar análises específicas a fim de se conhecer os trechos de maior incidência de inunda es para a referida rua. Assim, gerou-se a Carta Imagem dos Trechos recorrentes a inunda o após sobrepor arquivos vetoriais (drenagem, logradouros e pontos de inunda o) e as imagens do satélite CBERS-4A, como observado na Figura 3.

Figura 3 – Trechos recorrentes a inunda o, Rua Coronel Veiga – Petrópolis (2000-2021)



Fonte: Os autores (2021).

A Figura 3 permite observar cerca de três trechos de maior incidência de transbordamentos na rua Coronel Veiga. Dessa forma, verifica-se que houve 12 transbordamentos na altura do número 1302, 9 transbordamentos nas imedia es do número 958 e 82 transbordamentos próximos ao número 955. Ressalta-se neste último trecho encontra-se instalada a estac o fluviométrica do INEA, o que contribui para uma melhor identifica o e cataloga o dos registros.

Em suma, frisa-se que o produto cartográfico, construído a partir da fun o *Point Cluster*, identifica os trechos críticos do logradouro, servindo como instrumento para a análise espacial detalhada do processo de inunda o, respaldando uma tomada decisão pelas autoridades, o que   essencial para uma efetiva gestão ambiental urbana. A Carta Imagem gerada em escala de detalhamento também permite visualizar a proximidade do Rio Quitandinha

em relação aos logradouros, bem como as construções humanas e outros arranjos espaciais.

Considerações finais

Com base em documentos históricos, crônicas, reportagens jornalísticas e dados oficiais, identificou-se que os eventos de inundação se fazem presentes no município de Petrópolis desde o ano de 1850.

Ao longo dos anos, percebeu-se uma variação no registro dos eventos de inundação, bem como aumento da frequência dos processos a partir do ano de 2016. Este crescimento de eventos pode ter relação com: as transformações ocorridas na área ocupada nos últimos anos, a ocorrência de eventos extremos, assim como com o incremento de aparatos tecnológicos na identificação dos fenômenos naturais.

A partir dos produtos gerados, foi possível identificar as áreas mais recorrentes a eventos de inundação no recorte espacial, como algumas localidades do distrito Sede de Petrópolis e o distrito de Cascatinha. Além disso, por meio da metodologia de mapeamento em escala de maior detalhe, observou-se como os transbordamentos se manifestam em relação às ruas e aos trechos de logradouros, destacando a rua Coronel Veiga como a via que apresentou maior recorrência de transbordamentos entre os anos de 2000 e 2021. Cita-se que, ao reconhecer os distritos, logradouros e trechos mais críticos aos eventos de inundação, cria-se um embasamento científico para a tomada de decisão por parte das autoridades na gestão ambiental urbana.

Embora o período analisado na pesquisa abrangesse os registros ocorridos entre os anos de 2000 e 2021, deve-se mencionar que um evento extremo, de alta magnitude, ocorrido em 15 de fevereiro de 2022 atingiu fortemente muitos dos locais críticos destacados neste capítulo, causando mais de 230 mortes, dezenas de desaparecidos e desabrigados, grandes danos a ruas e a edificações e elevados prejuízos materiais. Mesmo sendo um evento infrequente e de alta intensidade, o contexto ocupacional em conjunto com os aspectos do meio físico já descritos contribuíram para elevar o número de afetados direta e indiretamente e para agravar os danos sofridos.

Por fim, é indispensável que haja o pleno funcionamento dos equipamentos que compõem os sistemas de monitoramento a fim de se conhecer a dinâmica natural dos rios no município de Petrópolis. Considera-se também fundamental que as autoridades municipais, estaduais e federais se estruturarem internamente, buscando formas de aprimoramento na catalogação dos registros de inundação, assim como a construção de bancos de dados integrados e de fácil acesso.

REFERÊNCIAS

ACONTECE EM PETRÓPOLIS. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <https://www.aconteceempetropolis.com.br/>. Acesso em: 20 jan. 2021.

ASSUMPÇÃO, Rafaela dos Santos Facchetti Vinhaes. *Petrópolis – um histórico de desastres sem solução? Do Plano Köeler ao Programa Cidades Resilientes*. Tese (Doutorado) – Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Rio de Janeiro, 2015.

DANTAS, Marcelo Eduardo. *Dignóstico geoambiental do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM, 2000. p. 24. 1 CD-ROM

DIÁRIO DE PETRÓPOLIS. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <https://www.diariodepetropolis.com.br/>. Acesso em: 28 jan. 2021

FUNDAÇÃO COPPETEC. *Ocorrências de desastres naturais entre 2000 e 2012 por região hidrográfica*. [S.l.]: Laboratório de Hidrologia e Estudos de Meio Ambiente, 2014. v. 2. p. 120.

GOERL, Roberto Fabris; KOBIYAMA, Masato. Considerações sobre as inundações no Brasil. SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 16. 2005. *Anais [...]*. [S.l.], 2005. p. 14. 1 CD-ROM.

GUERRA, Antonio José Teixeira *et al.* Evolução histórico-geográfica da ocupação desordenada e movimentos de massa no município de Petrópolis, nas últimas décadas. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 8, n. 1, p. 35-43, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Cidades*. Brasília: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/petropolis/panorama>. Acesso em: 13 jan. 2021.

INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE – INEA. *Sistema de alerta de cheias*. Rio de Janeiro: Instituto Estadual do Ambiente, 2021. Disponível em: <http://alertadecheias.inea.rj.gov.br/>. Acesso em: 15 maio 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. *Divisão de geração de imagens*. Disponível em: <http://www2.dgi.inpe.br/catalogo/explore>. Acesso em: 22 jun. 2021.

O GLOBO. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <https://acervo.oglobo.globo.com/>. Acesso em: 22 jan. 2021.

PETRONNEWS. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <http://petropolisnews.com.br/>. Acesso em: 8 fev. 2021.

PORTAL G1. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <https://g1.globo.com/>. Acesso em: 29 jan. 2021.

PREFEITURA MUNICIPAL DE PETRÓPOLIS. *Plano Diretor*. Petrópolis: Secretaria Municipal de Planejamento, 2013. p. 36.

QGIS DESKTOP 3.16 USER GUIDE. *QGIS PROJECT*, v. 16, p. 272-273, 2021.

SANTOS, Kairo da Silva *et al.* Os rios, a cidade e o mapa como objeto de análise da dinâmica da paisagem. *Mercator*, v. 19, p. 15, 2019.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES – S2ID. *Banco de dados*. Disponível em: <https://s2id.mdr.gov.br/>. Acesso em: 12 fev. 2021.

TRIBUNA DE PETRÓPOLIS. *Acervo jornalístico*. Disponível em: <https://tribunadepetropolis.com.br/>. Acesso em: 15 jan. 2021

WINTER, Valério. Petrópolis, as marcas da sociedade na natureza: história ambiental e leitura das paisagens. *Revista Ineana*, v. 9, n. 1, p. 54-69, 2021.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

USO E COBERTURA DA TERRA E DINÂMICA HIDROLÓGICA NAS BACIAS HIDROGRÁFICAS URBANIZADAS DO LESTE METROPOLITANO DO RIO DE JANEIRO

*Vinicius da Silva Seabra
Otávio Miguez da Rocha-Leão
Fábio Henrique Lima Costa*

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Introdução

Um dos principais compromissos da Geografia é o de explicar as razões pelo qual eventos, fenômenos, processos e objetos geográficos estão distribuídos espacialmente da maneira que os observamos hoje, buscando compreender a lógica desta organização a partir de evidências que reconstituem a trajetória evolutiva do espaço geográfico desde o seu passado geológico, até a processos mais atuantes no presente. Podemos dizer que as análises geográficas praticadas dentro desta lógica serão realizadas dentro de uma concepção Geossistêmica, numa perspectiva geográfica que privilegiará sempre as concepções de totalidade e complexidade, ainda que ambas sejam reconhecidamente inatingíveis em sua plenitude.

Segundo Christofolletti (1999), os conceitos de totalidade e complexidade podem ser definidos como:

A totalidade aplica-se às entidades constituídas por um conjunto de partes, cuja interação resulta numa composição diferente e específica, independente do somatório dos elementos componentes. O todo assume uma estrutura e funcionalidade diferenciada dos seus subcomponentes. Em novo nível hierárquico, cada componente do todo possui características específicas, podendo ser considerado como unidade, sendo também analisado como uma totalidade [...] Os sistemas complexos apresentam diversidade de elementos, encadeamentos, interações, fluxos e retroalimentação, compondo uma entidade organizada [...] Um sistema complexo pode ser definido como sendo composto por grande quantidade de componentes interatuantes, capazes de intercambiar informações com seu entorno condicionante e capazes, também, de adaptar sua estrutura interna como sendo consequências ligadas a tais interações (CHRISTOFOLETTI, 1999, p. 3).

Investigar dentro de uma concepção geossistêmica significa assumir que, no espaço geográfico, diversos componentes naturais apresentam-se em conexões sistêmicas uns com os outros, possuindo uma integridade definida, interagindo com a esfera cósmica e com a sociedade humana. Dentro desta perspectiva metodológica, ganha força o conceito de paisagem, que pode ser considerada como um sistema espaço-temporal, uma organização espacial complexa e aberta formada pela interação entre componentes ou elementos físicos (estrutura geológica, relevo, clima, solos, águas superficiais e subterrâneas, vegetação e fauna) que podem em diferentes graus, ser transformados ou modificados pelas atividades humanas (RODRIGUEZ, 2004).

Este arcabouço teórico-metodológico nos permite analisar as bacias hidrográficas como um sistema hidrogeomorfológico, revelando-se como um importante recorte espacial de análise e entendimento dos processos hidrológicos, geomorfológicos e das ligações entre espaços distintos, uma vez que as intervenções realizadas num ponto qualquer, trarão reflexos para toda bacia, ou seja, para o todo sistêmico (COELHO NETO, 1994).

Desta maneira, podemos afirmar que a Geografia, a partir dos estudos realizados em suas diferentes áreas, tem muito a contribuir para a compreensão dos eventos, processos e fenômenos que atuam nas bacias hidrográficas, e assim, a concepção geossistêmica se coloca como um dos mais importantes métodos de investigação, já que consideramos as bacias hidrográficas como sistemas complexos abertos que precisam ser estudados de maneira holística e integrada.

Sendo assim, este capítulo terá como principal objetivo discutir as questões associadas a urbanização e suas resultantes para a dinâmica hídrica das encostas e da rede de drenagem nas bacias do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro. São correlacionadas as características geomorfológicas dessas bacias ao processo de ocupação, no sentido de decodificar as interações sistêmicas entre as unidades do relevo e o uso do solo.

Partimos do princípio que através dos estudos geomorfológicos e da análise da distribuição uso e cobertura da terra, podemos produzir subsídios para o entendimento da dinâmica da paisagem e de problemas ambientais vividos nesta região. Será dada uma atenção especial às enchentes urbanas e aos processos erosivos nas vertentes, que afetam parcela significativa da população, que ocupa áreas vulneráveis a ocorrência desses fenômenos.

Paisagens antropogênicas e degradação ambiental: resultantes hidrológicas em bacias urbanizadas do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro

A bacia hidrográfica é um recorte espacial que vem sendo largamente utilizado para análises hidrológicas e ambientais, já que permite a integração

dos processos de encosta aos processos fluviais, articulando os distintos componentes geobiofísicos da paisagem em uma mesma abordagem (DUNNE, 1970; DUNNE; LEOPOLD, 1978; COELHO NETTO, 198; GUERRA, 1994). Nesse sentido, a bacia hidrográfica é considerada uma unidade hidrológica e geomorfológica específica sendo um sistema aberto, com entradas e saídas de energia e matéria (COELHO NETTO, 1994).

Embora os geossistemas sejam fenômenos naturais, todos os fatores econômicos e sociais, influenciando sua estrutura e peculiaridade espacial, são tomados em consideração durante seu estudo e suas descrições verbais ou matemáticas. As ditas paisagens antropogênicas nada mais são do que estados variáveis de primitivos geossistemas naturais (SOTCHAVA, 1977, p. 6).

Nas áreas urbanizadas do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro a dinâmica hidrológica das bacias hidrográficas é fortemente controlada pelas relações entre o relevo, a rede de drenagem e as intervenções urbanas nos canais fluviais, nas planícies de inundação, e nas vertentes e topos de morros. Nesse cenário faz-se necessário a identificação dos condicionantes geomorfológicos e de ocupação do solo relevantes para o entendimento das inundações urbanas, especialmente o reconhecimento de parâmetros geomorfológicos e de uso do solo nas bacias hidrográficas. As intervenções nos elementos da natureza promovem alterações nos fluxos de energia e matéria entre seus componentes com mudanças em suas funcionalidades, aumentando a intensidade e magnitude dos processos do meio físico que desencadeiam os desastres naturais relacionados ao escoamento das águas pluviais e fluviais.

Nesse contexto, as bacias hidrográficas no meio urbano são extremamente impactadas e tem suas características naturais bastante desconfiguradas, ocasionando intensificação dos processos do meio físico ligados a dinâmica hidrológica. Nos ambientes urbanos do Leste Metropolitano esses problemas assumem maior visibilidade pelo fato desse processo de urbanização ter ocorrido de maneira acelerada e sem rigor na observância das características de uso e ocupação dos solos, com elevado nível de transformações antropogênicas, tendência à concentração demográfica e segregação territorial.

Os desastres naturais são diversos e possuem diferentes características como os agentes deflagradores, intensidades e tempo de recorrência. Nesse sentido, eles são organizados em categorias, embora não haja consenso entre as nomenclaturas destas categorias por parte dos pesquisadores. Os tipos já se encontram bem definidos pela vasta literatura que os discutem (AUGUSTO FILHO, 1994; DIAS; HERRMANN, 2002; BAZZAN, 2011). Dentre as categorias de desastres naturais os de caráter hidrometeorológicos vêm se apresentando como o mais severo a atingir a população mundial, em todos os continentes entre os anos de 1994 e 2003 (PFALTZGRAFF, 2007).

Diante do exposto observa-se que os desastres relacionados ao regime meteorológico e hidrológico estão entre os mais comuns e severos registrados no Brasil, causando transtornos de ordem material e imaterial com inúmeros casos de óbitos. Desta maneira, as enchentes e inundações representam um dos principais tipos de desastres naturais que afligem constantemente diversas comunidades em diferentes partes do planeta, sejam áreas rurais ou metropolitanas (CARVALHO *et al.*, 2007).

As inundações são o resultado da elevação temporária do nível do curso d'água devido aumento da vazão em decorrência do escoamento superficial e subsuperficial produzidos durante os episódios de chuvas provocando o extravasamento do mesmo pela calha do rio. As inundações são o resultado da evolução dos fluxos de enchentes em decorrência dos picos de vazões com extravasamento e espraiamento dos fluxos pela planície de inundação dos rios (CPRM/IPT, 2014; AMARAL; RIBEIRO, 2011; CAJAZEIRO, 2012, SANTOS, 2007; TUCCI, 2003).

A dinâmica socioespacial do Leste Metropolitano, responsável pelo processo de ocupação, deve ser visto de forma integrada as unidades de relevo, as quais encontra-se associado. Essa abordagem integrada de parâmetros físicos e sociais no âmbito das bacias permite um melhor entendimento da ação dos condicionantes morfológicos na dinâmica hidrológica das encostas ocupadas e suas resultantes nos canais fluviais e fundos de vale. Essas áreas são densamente urbanizadas e se constituem nas rotas de escoamento das águas que provocam as inundações durante as chuvas de elevada magnitude e/ou intensidade. Essas resultantes hidrológicas do processo de ocupação não se restringem ao domínio das encostas, mas atuam também sobre a própria rede de drenagem, em zonas de cabeceiras e no médio e no baixo curso dos rios principais das bacias.

No Leste Metropolitano encontram-se solos degradados em grande parte de suas encostas, dificultando o processo de regeneração natural da cobertura vegetal que, na maioria das vezes, se restringe a cobertura de gramíneas. A degradação ambiental em áreas metropolitanas é um problema que vem se agravando nos últimos anos, particularmente em áreas periféricas com forte adensamento populacional. Essa degradação atinge principalmente a cobertura vegetal, os solos e os sistemas hídricos, potencializando os processos erosivos nas encostas e incrementando as perdas de solo. Dessa maneira, intensificam-se os processos de assoreamento dos canais fluviais que drenam as baixadas adjacentes a essas encostas, contribuindo fortemente para o problema das inundações em área urbanas.

Condicionantes geomorfológicos em bacias urbanizadas e a dinâmica hidrológica em paisagens antropogênicas

O aspecto geomorfológico da superfície terrestre é um produto tridimensional, representado por dois parâmetros fundamentais: o relevo, através das diferenças de altitudes entre dois pontos em relação a distância entre eles (gradiente topográfico) e a forma geométrica, vista através da configuração morfológica do relevo em formas convexas, côncavas ou retilíneas. Esses parâmetros controlam a velocidade e o direcionamento dos fluxos hidrológicos. A bacia hidrográfica é a unidade geomorfológica básica que conduz a leitura integrada desses dois elementos, em visão tridimensional, dentro de cada nível hierárquico no qual se reproduz na paisagem (COELHO NETTO, 1998).

Dentro desta perspectiva, é importante destacar que a intensa impermeabilização dos solos nas bacias do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, que se dá tanto pela ocupação das encostas, como também pela ocupação dos trechos da baixa encosta e demais compartimentos, reduz o tempo de concentração dos fluxos, ou seja, rapidamente há a conversão dos volumes precipitados pela chuva em escoamento superficial e este em fluxo fluvial, com aumento de picos de vazões em direção à rede de drenagem.

A rede fluvial nos ambientes urbanos apresenta-se bastante modificada e impactada pelo processo de urbanização que, em sua maioria ocorreu de forma acelerada e desprovida de planejamento urbano e ambiental. As bacias do Leste Metropolitano não fogem a essa realidade, e sua rede de drenagem está, em boa medida “sepultada” por construções ou galerias subterrâneas (manilhas ou tamponamentos), retificações, canalizações, estrangulamentos (pontes e outras estruturas de engenharia) e ocupação de suas margens. Todas essas alterações incidem sobre capacidade, volume e tempo das vazões da rede fluvial, alterando a dinâmica hidroerosiva presente na bacia, principalmente potencializando os efeitos adversos das enchentes e inundações nos ambientes urbanos.

Outro aspecto fundamental é a contribuição das concavidades não canalizadas em zonas de cabeceira de drenagem para o controle dos fluxos hídricos durante as chuvas, que foram definidas como “bacia de ordem zero” por Tsukamoto *et al.* (1973). Considerando que tais unidades podem reproduzir-se em diferentes escalas e articular na paisagem compondo um sistema de hierarquia e densidade variável (AVELAR; COELHO NETTO, 1992) são fundamentais para compreender a dinâmica hídrica em vertentes densamente ocupadas em cabeceiras de drenagem, fato muito comum nas áreas urbanizadas do Leste metropolitano.

Dietrich *et al.* (1986) apontou para relevância das linhas de drenagem ou concavidades sem canais na dinâmica de escoamento nos vales de cabeceira de drenagem, pois em períodos chuvosos são zonas de convergência

dos principais fluxos d'água superficiais e/ou subsuperficiais. Desde Horton (1945), os estudos morfométricos vem sendo utilizados para decodificar a influência do aspecto morfológico das encostas para a geração de fluxos hídricos nas vertentes. O referido autor sugere que a área da bacia, a densidade de drenagem e a declividade das encostas e canais têm grandes correlações com a descarga máxima de inundações.

A dinâmica geomorfológica desses sistemas fluviais localizados em geossistemas antropogênicos fortemente urbanizados está associada a alterações radicais dos seus elementos condicionantes, derivados do uso e da ocupação do solo, afetando o processo de infiltração nas encostas, a recarga dos lençóis subterrâneos e a dinâmica do escoamento superficial. Tais modificações alteram profundamente a dinâmica das águas e se relacionam diretamente ao fenômeno das inundações nos fundos de vales.

Destaca-se, ainda, que mudanças em qualquer ponto da bacia hidrográfica podem propagar ajustes e alterações em segmentos a montante e a jusante sendo que Brookes (1988; 1994; 1996), analisando métodos de canalização, ressalta a ocorrência de dois tipos de impacto sobre o canal fluvial: impacto direto devido à modificação das características naturais do leito; e impacto indireto resultante da conectividade do sistema fluvial. Na interpretação da influência das intervenções urbanas na rede de drenagem deve-se considerar a superposição entre os traçados das ruas e vias sobre a rede de drenagem, pois o estrangulamento dos canais para construções de pontes sobre os rios favorece a retenção das águas, especialmente em trechos fluviais de baixa declividade, que são característicos do baixo curso de todos os rios que compõem a rede hidrográfica do Leste Metropolitano.

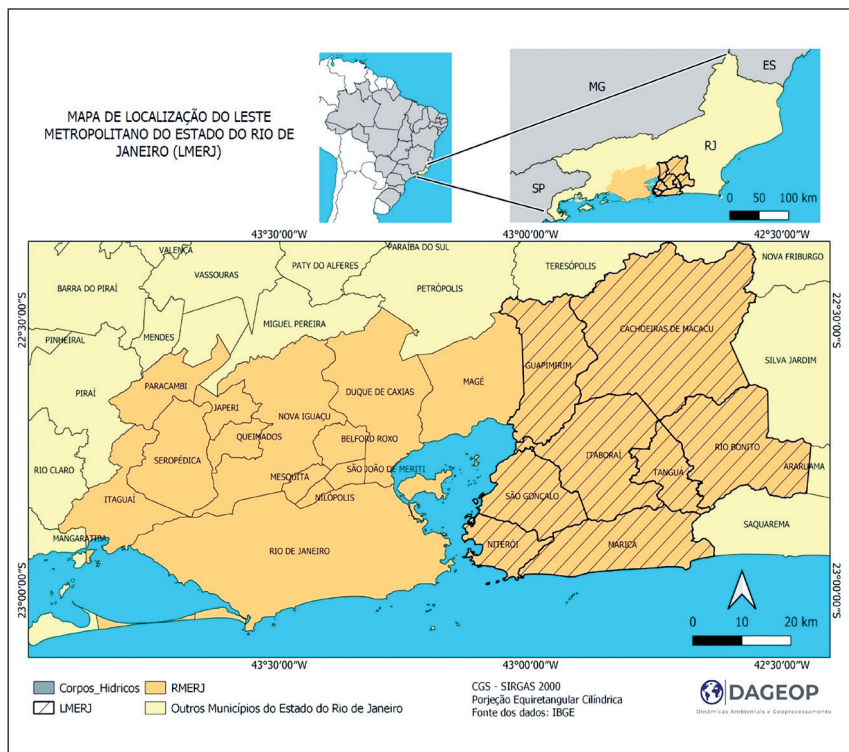
Evidencia-se dessa maneira que, sem a interpretação dos sistemas socioespaciais de forma integrada aos parâmetros geomorfológicos e hidrológicos das bacias, torna-se inviável o entendimento do fenômeno de inundações urbanas e dificultam quaisquer medidas de prevenção e/ou mitigação de desastres naturais e impactos ambientais relacionados a dinâmica hidrológica.

O Leste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro

O Leste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro (LMERJ) pode ser descrito como o recorte espacial que engloba os municípios de Cachoeiras de Macacu, Guapimirim, Itaboraí, Maricá, Niterói, Rio Bonito, São Gonçalo e Tanguá (Figura 1). As bacias hidrográficas desta região drenam

para a porção leste da Baía de Guanabara, para as lagoas de Maricá ou para o litoral oceânico compreendido entre as praias oceânicas de Niterói e o litoral Maricá (Figura 2).

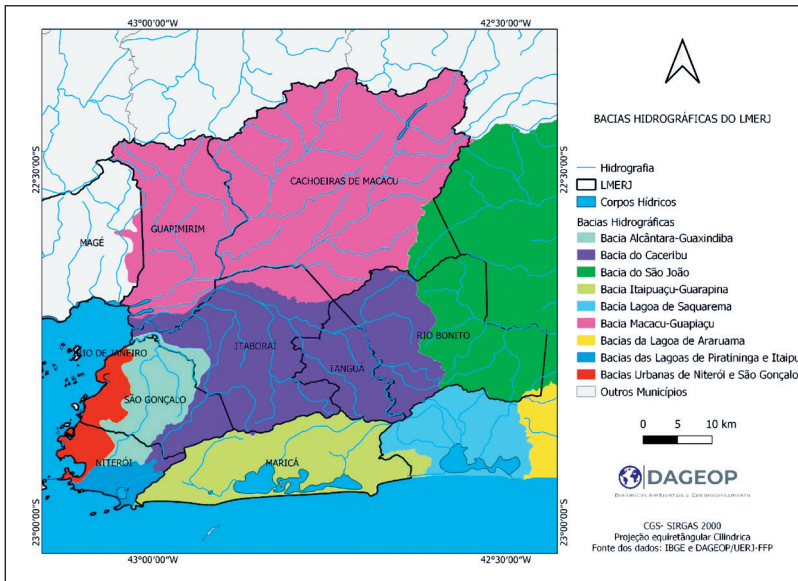
**Figura 1 – Mapa de Localização do Leste
Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro**



Fonte: Mapa dos autores.

Seabra e Augusto (2018) destacam que o LMERJ está situado entre a segunda maior cidade brasileira, que é o Rio de Janeiro, e uma das maiores zonas produtoras de petróleo do Brasil, que é a bacia de Campos. O desmatamento histórico de encostas e planícies, associado ao crescente aumento populacional no LMERJ, torna constante a preocupação com a segurança hídrica da região. A partir da Tabela 1, podemos observar que se em 1991 a população do LMERJ representava 11,79% de toda população do estado do Rio de Janeiro, em 2017 passou a representar 12,8%, o que significa que o crescimento populacional da área foi maior que do próprio estado.

Figura 2 – Bacias do LMERJ



Fonte: Mapa dos autores.

Tabela 1 – População dos Municípios do Leste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro em 1991, 1996, 2000, 2007, 2010 e 2017

Municípios	1991	1996*	2000	2007*	2010	2017*
Cachoeiras de Macacu	40.208	43.332	48.543	53.037	54.273	57.048
Guapimirim	–	32.566	37.952	44.692	51.483	57.921
Itaboraí	162.742	183.561	187.479	215.792	218.008	232.394
Maricá	46.545	60.064	76.737	105.294	127.461	153.008
Niterói	436.155	446.593	459.451	474.002	487.562	499.028
Rio Bonito	45.161	45.579	49.691	51.942	55.551	58.272
São Gonçalo	779.832	831.467	891.119	960.631	999.728	1.049.826
Tanguá	–	–	26.057	28.322	30.732	32.970
Estado do RJ	12.807.706	13.323.919	14.391.282	15.420.375	15.989.929	16.718.956

* Estimativas de população do IBGE.

Alguns municípios foram criados depois de 1991 ou 1996.

Fonte: IBGE.

Neste contexto, Costa e Seabra (2021) chamam atenção para o município de Maricá, que segundo dados do IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), possui uma população estimada de 146.549 habitantes para o ano de 2015, e população por contagem do Censo de 2010 de 127.461

habitantes. Entre os anos de 1991 e 2017 o município de Maricá vivenciou um crescimento populacional de aproximadamente 329%. Ainda segundo o IBGE, o município de Maricá possui uma densidade populacional total (2010) de 351,55 habitantes/km².

O crescimento populacional acelerado no município de Maricá vem acompanhado de ocupação de áreas susceptíveis às enchentes e inundações, e este é um aspecto que pode ser extrapolado para todo o LMERJ. Seabra e Rocha Leão (2019) apontam como exemplo disso as enchentes e inundações ocorridas entre fevereiro e março de 2016, quando Maricá passou por problemas após chuvas intensas. A ocorrência deste evento resultou em cerca de 360 pessoas desabrigadas e três mil pessoas afetadas pela chuva. A área mais afetada, nesse município, foi o condomínio residencial Carlos Marighella, do programa habitacional “Minha Casa, Minha Vida”, que sofreu com inundações dos rios próximos e com o alagamento das ruas, com a elevação do nível d’água a quase um metro de altura.

É relevante ainda destacar que a construção do Complexo Petroquímico do estado do Rio de Janeiro – COMPERJ em Itaboraí, ocasionou grandes mudanças nos municípios do LMERJ. Bezerra (2015) aponta que o COMPERJ causa impactos não somente diretos, como também indiretos nos municípios vizinhos à Itaboraí. A construção desse complexo afeta, de maneira profunda, dos pontos de vista social, econômico e ambiental, toda a região do leste fluminense, catalisando problemas já existentes na área, como questões relacionadas à especulação imobiliária, e gerando novos problemas, tais como a construção de dutos para o despejo de rejeitos ou as tentativas de construção de terminais portuários em zonas de grande interesse geológico e ambiental

Mudanças de Uso e Cobertura da Terra no Leste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro

As mudanças de uso e cobertura da terra no Leste Metropolitano do Estado do Rio de Janeiro devem ser observadas com muita atenção, pois a degradação ambiental que acompanha estas mudanças, sobretudo às causadas pela ocupação de áreas impróprias para tal, como encostas e áreas inundáveis, podem ser consideradas importantes catalisadores de problemas socioambientais.

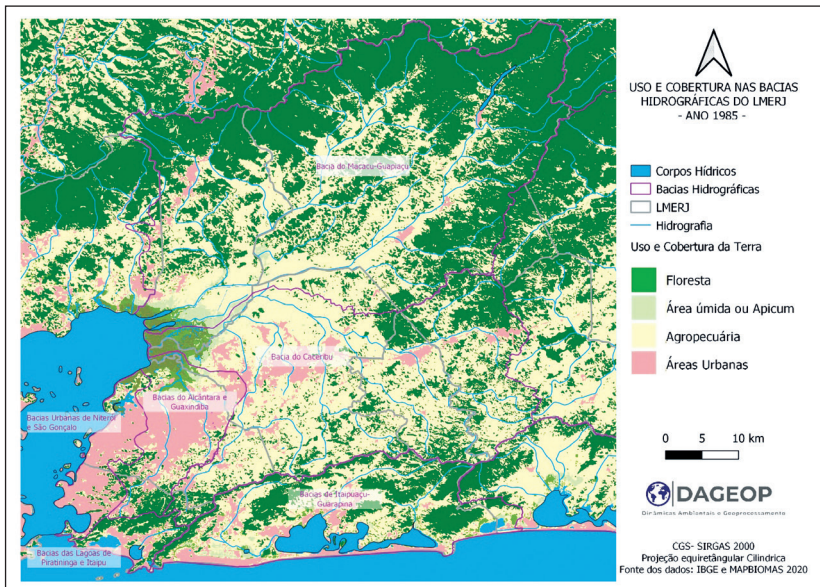
Desta maneira, para entender os problemas ambientais existentes nas bacias urbanizadas do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro temos que ir

para além da análise de seu crescimento demográfico nos últimos anos, como já apontamos aqui no texto (Tabela 1), e observarmos as mudanças de uso cobertura da terra nesta região nos últimos anos (35 anos), como podemos observar nas Figuras 3 e 4.

As análises de mudança uso e cobertura da terra apresentadas neste capítulo foram geradas a partir da aquisição dos dados digitais disponibilizados pelas coleções de mapas do projeto MapBiomas. O projeto MapBiomas é uma rede colaborativa, formada por ONGs, universidades e startups de tecnologia que produz mapas anuais de uso e cobertura da terra. O projeto teve início em 2015, e disponibiliza mapas desde o ano de 1985 até os dias atuais (SOUZA, *et al.* 2020).

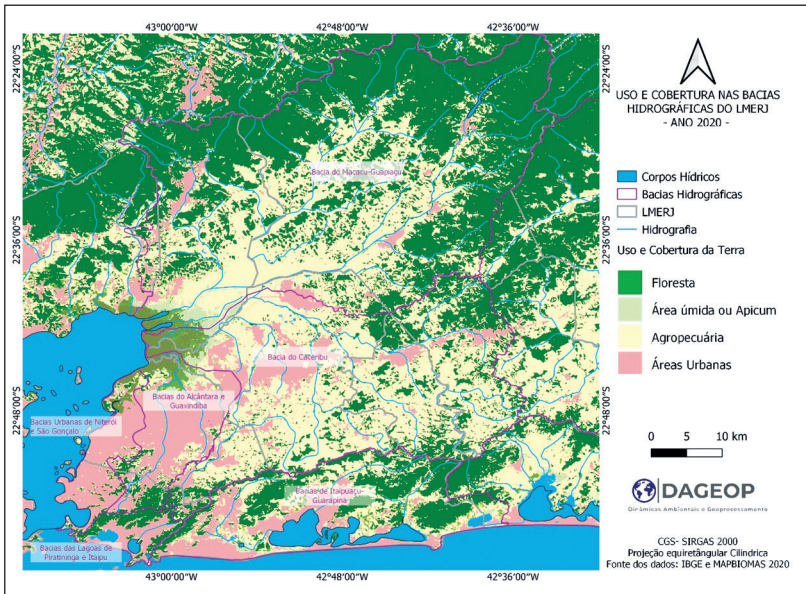
A partir dos mapas temáticos de uso e cobertura da terra de 1985 e 2020, podemos observar que o crescimento das manchas urbanas ocorreu, nos últimos 35 anos, principalmente ao longo da BR-101, no eixo de ligação ao longo de Niterói-São Gonçalo-Itaboraí-Tanguá-Rio Bonito, e numa faixa ao longo do litoral para os municípios de Niterói e Maricá.

Figura 3 – Uso e cobertura da Terra em 1985



Fonte: Mapa dos autores.

Figura 4 – Uso e cobertura da Terra em 2020



Fonte: Mapa dos autores.

Neste primeiro eixo de crescimento, quando analisamos o incremento de áreas construídas por bacias, destacamos o acréscimo de mais de 62% de áreas urbanas na bacia do Rio Caceribu, mais de 73% de área na Bacia Macacu-Guapiaçu e de mais de 28% na bacia Alcântara-Guaxindiba (Tabela 2). Trata-se de um crescimento de áreas urbanas muito elevado, mesmo para os 35 anos de análise, principalmente quando não levamos em conta as intensificações de uso, como por exemplo, a verticalização (construção de prédios em áreas já urbanizadas). Esta análise não foi possível para toda a área de estudos pois os dados do MapBiomias não classificam os diferentes níveis de ocupação urbana (ocupação rarefeita, moderada e intensa).

Quando analisamos a faixa litorânea, vemos um acréscimo muito relevante de áreas urbanas que ultrapassam 80% nas bacias de Itaipuaçu-Guarapina e de mais de 64% nas bacias das Lagoas de Piratininga e Itaipu. O crescimento mais modesto, porém, ainda muito significativo, foi encontrado nas bacias urbanas de Niterói e São Gonçalo, que são áreas de ocupação mais antigas e consolidadas, com muita pouca margem para crescimento, em área, da urbanização.

Tabela 2 – Crescimento da Mancha Urbana no LMERJ entre os anos de 1985 e 2020

	Área urbana em 1985 (Km ²)	Área urbana em 2020 (Km ²)	Crescimento (Km ²)	Crescimento%
Bacia Alcântara-Guaxindiba	86,83	111,35	24,52	28,23
Bacia do Caceribu	69,47	113,02	43,54	62,68
Bacia Itaipuaçu-Guarapina	47,69	86,28	38,59	80,91
Bacia Macacu-Guapiaçu	23,54	40,79	17,26	73,32
Bacias das Lagoas de Piratininga e Itaipu	12,84	21,15	8,31	64,71
Bacias Urbanas de Niterói e São Gonçalo	64,35	71,75	7,40	11,49

Fonte dos dados: MAPBIOMAS.

Quando analisamos a situação atual do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, em que percebemos um crescimento populacional muito significativo associado a uma considerável ampliação das áreas urbanas, nos pelo menos últimos 20-30 anos, temos um cenário muito preocupante do ponto de vista socioambiental. Primeiro porque estas condições potencializam os impactos dos eventos extremos, aumentando a impermeabilização de áreas, aumentando o escoamento superficial, mudando a morfologia dos rios provocando assim maiores cheias, dentre outros.

Num segundo momento, também significa assumir que um maior número de pessoas está exposto aos eventos extremos, ocupando cada vez mais áreas ainda mais inapropriadas para a ocupação humana. Além disso, este maior contingente populacional gera ainda outra grande crise que se avizinha, que é o do abastecimento hídrico para o Leste Metropolitano do Rio de Janeiro. Falamos, portanto, de uma região que sofre, e muito, tanto com o excesso, quanto com a falta de chuvas.

Tensões Hídricas no Leste Metropolitano: questões socioambientais na bacia Guapi-Macacu

Localizada na vertente este-noroeste da bacia da Baía da Guanabara, e no Leste Metropolitano, as águas da bacia hidrográfica do Guapi-Macacu são responsáveis pelo abastecimento doméstico de cerca de um milhão e meio de habitantes de Niterói, São Gonçalo, Itaboraí e Cachoeiras de Macacu, além de contribuir para o fornecimento de água para Rio Bonito e Tanguá. Por isso, ao falar das questões hidrológicas do Leste Metropolitano do Rio de Janeiro, não podemos deixar de falar destas bacias.

Um aspecto importante a ser destacado é que a configuração geológica e geomorfológica nesta bacia, além da distribuição dos solos e da cobertura vegetal, forma um geossistema com baixa capacidade de armazenamento hídrico nas encostas durante chuvas de alta intensidade e curta duração, especialmente nas vertentes íngremes da serra do mar. Nessas áreas, e nas encostas do compartimento de colinas, o elevado gradiente topográfico condiciona um rápido escoamento das águas pluviais, mesmo quando o mesmo se dá um subsuperfície, em direção aos fundos de vales e as planícies localizadas no médio baixo curso da bacia (Figura 5).

Figura 5 – Aspecto geral dos domínios geoambientais da bacia. No primeiro plano as planícies fluviais com sedimentação quaternária. Em segundo plano o compartimento de morros e colinas com colúvios e solos residuais que funcionam como áreas de transição para a escarpa da serra do mar onde predominam os afloramentos rochosos e solos rasos



Em contrapartida entre abril e outubro as chuvas tornam-se mais escasas produzindo duas estações bem definidas do ponto de vista pluviométrico, afetando o balanço hídrico nas encostas e promovendo variações significativas na vazão dos canais fluviais.

Nessas condições, as baixadas funcionam como importante local de armazenamento de água (Figura 6), notadamente em trechos pantanosos e nas planícies de inundação dos canais fluviais, se configurando como compartimento fundamental para minimizar as variações de vazão ao longo do ano, mantendo o fornecimento de água para os rios por longos períodos após a estação chuvosa.

Figura 6 – Trecho não retificado do médio curso do Rio Guapiaçu. Nota-se o padrão sinuoso do leito fluvial com alternância de margens erosivas e deposicionais. Essa dinâmica fluvial promove a dissecação dos sedimentos quaternários e revelam a dinâmica erosiva-deposicional natural desse trecho da bacia



Caracterizado por forte sazonalidade na disponibilidade hídrica, que está diretamente associada as suas características geológicas, climáticas e geoambientais, esse território sofreu uma série de transformações na dinâmica da paisagem nos cinco séculos de ocupação pós-tupi na bacia hidrográfica. As atividades agrícolas e industriais, as obras de saneamento e a expansão urbana produziram um geossistema antropogênico de grande complexidade que apresenta um cenário, cada vez mais intenso, de tensão hídrica e injustiças socioambientais.

Essas tensões hídricas promovem conflitos entre os distintos usuários públicos e privados da água e contribuem para dificultar ainda mais a resolução dos problemas relacionados a gestão dos recursos hídricos na bacia. Embora a lei brasileira preveja uma gestão participativa e democrática das águas, buscando promover os usos múltiplos integrados para equilibrar as demandas e disponibilidades hídricas por unidade de gestão, não é esse o quadro que se observa na bacia.

Enquanto outorgas generosas e gratuitas são disponibilizadas para alguns usuários privados, outros perderam o acesso à água, especialmente aqueles vinculados agricultura familiar que é bastante expressiva na área. Essa falta de acesso à água ameaça a permanência desses habitantes no território da bacia e produzem um impacto social bastante significativo. Além disso não se observam, ou são inexpressivas na escala da bacia, ações de recuperação florestal e iniciativas de manejo sustentável de solos e águas, sendo inúmeros

os impactos ambientais, inclusive em áreas de preservação permanente (APP) em encostas íngremes, topos de morros e margens fluviais.

Diante do agravamento das tensões hídricas nas últimas décadas e com o início das obras do COMPERJ em Itaboraí a questão passou a ser vista como prioritária e foi sugerida pelo Governo do Estado do Rio de Janeiro a construção de uma grande barragem, alagando áreas ocupadas por agricultura familiar. Essa ocupação territorial envolve assentados da reforma agrária, posseiros e pequenos proprietários que juntos reúnem cerca de 800 famílias diretamente atingidas pelo perímetro projetado da barragem.

Esse cenário agravou ainda mais as injustiças socioambientais e os conflitos por água e, desde então, território na bacia, sendo que esse quadro motivou a atuação da AGB e do MAB em apoio aos agricultores familiares e demais atingidos pela barragem.

A partir de então foram produzidos documentos e publicações questionando inúmeros aspectos relacionados as contradições sociais e aos impactos ambientais não previstos, ou negligenciados, no projeto da barragem.

Nesse momento, torna-se fundamental refletir sobre o estágio atual da gestão de recursos hídricos na bacia, sobre o sistema de outorgas para uso da água, sobre a permanência da agricultura familiar com acesso a água e território na bacia e sobre as ações de recuperação florestal e manejo sustentável dos solos e das águas para criar uma alternativa democrática, popular e sustentável para a resolução da escassez hídrica no Leste Metropolitano.

Figura 7 – Demandas hídricas para abastecimento doméstico do Leste Metropolitano. Adutora Paraíso do Sistema Imununa-Laranjal da CEDAE cruzando o Rio Caceribu. Transporte de água bruta da bacia Guapi-Macacu para a ETA-Laranjal



Considerações finais

As análises propostas neste capítulo nos mostram que a solução para os problemas ambientais do Leste Metropolitano, sobretudo os relacionados com as enchentes e inundações que ocorrem nesta região, só sofrerão significativa redução em intensidade e frequência quando forem tratados com políticas públicas, voltadas para principalmente para habitação e reordenamento do uso e cobertura da terra.

O que se observa no cenário atual, quanto ao risco de populações vulneráveis a eventos extremos e ao desabastecimento de água, é um quadro extremamente delicado. No entanto, o que mais nos preocupa é que a situação tende a se agravar no futuro, já que as soluções apontadas pelo poder público estão voltadas somente para a ampliação do abastecimento de água para o setor industrial e outros afins, desconectando a crise hídrica da crise da habitação, negligenciando a ocupação de áreas inapropriadas para a ocupação, e intensificando processos que potencializam as enchentes e inundações.

REFERÊNCIAS

AMARAL, R.; RIBEIRO, R. R. Enchentes e inundações. *In: TOMINAGA, L. K.; SANTORO, J.; AMARAL, R. (org.). Desastres naturais, conhecer para prevenir.* São Paulo: Instituto Geológico, 2011. p. 40-53.

AUGUSTO FILHO, O. *Cartas de risco de escorregamento: uma proposta metodológica e sua aplicação no município de Ilhabela.* São Paulo, 1994.

AVELAR, A. S.; COELHO NETTO, A. L. Fluxos d'água subsuperficiais associados a origem das formas côncavas do relevo. *In: 1º CONF. BRAS. SOBRE ESTABILIDADE DE TALUDES-COBRAE, 1992, Rio de Janeiro. Anais [...].* Rio de Janeiro, 1992. v. 2. p. 709-720.

BAZZAN, T. *Mapeamento das áreas com risco de inundações do Rio dos Sinos no Município de São Leopoldo, RS.* 2011. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Ponto Alegre: UFRGS/PPGea, 2011.

BEZERRA, M. O. Grandes empreendimentos, pertencimento local e gestão de acesso ao trabalho. *Revista Pós Ciências Sociais*, v. 12, n. 23, p. 211-228, jan./jun. 2015.

BROOKES, A. *Channelized Rivers: Perspectives for environmental management.* [S.l.]: Wiley – Interscience, 1988. 326p.

BROOKES, A. Geomorphology/Geology. *In: GARDINER, J. L. (org.). River Projects and Conservation: A Manual for Hollistic Appraisal.* Chichester: John Wiley & Sons, 1994. p. 57-66.

BROOKES, A. River channel change. *In: PETTS, G. E.; CALOW, P. (ed.). River Flows and Channel Forms.* Oxford: Blackwell Science, 1996. p. 221-242.

CAJAZEIRO, J. M. D. *Análise da susceptibilidade à formação de inundações nas bacias e áreas de contribuição do Ribeirão Arrudas e Córrego da Onça em Termos de Índices Morfométricos e Impermeabilização.* Dissertação (Mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte-MG, 2012.

CARDOSO, C. A.; DIAS, H. C. T.; SOARES, C. P. B.; MARTINS, S. V. Caracterização morfométrica da bacia hidrográfica do Rio Debossan, Nova Friburgo-RJ. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 30, n. 2, p. 241-248, 2006.

CHRISTOFOLETTI, A. *Modelagem de sistemas ambientais*. São Paulo: Edgar Blücher, 1998.

COELHO NETTO, A. L. A Abordagem geo-hidroecológica, hidrologia e geoecologia. In: FÓRUM GEO-BIO-HIDROLOGIA: ESTUDOS EM VERTENTES E MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS, 1998. *Anais [...]*. Curitiba: FUPEF / UFPR, 1998. p. 26-29.

COELHO NETTO, A. L. Hidrologia de encostas na interface com a Geomorfologia. In: GUERRA, A. J. T.; CUNHA, S. B. (org.). *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos*. 3. ed. [S.l.]: Ed. Bertrand Brasil, 1994. p. 93-148.

COSTA, E. C. P.; SEABRA, V. S. Mapeamento de uso e cobertura da terra no município de Maricá. In: INSTITUTO Municipal de Informação e Pesquisa Darcy Ribeiro (IDR). (org.). *Estudos maricaenses: o município de Maricá em debate*. Maricá: Editora Instituto Darcy Ribeiro, 2021. v. 1. p. 155-170.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. *Cartas de suscetibilidade a movimentos gravitacionais de massa e inundações: 1:25.000*. Nota técnica explicativa e coordenação Omar Yazbek Bitar. São Paulo: IPT – Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo; Brasília, DF: CPRM – Serviço Geológico do Brasil, 2014. Livro eletrônico.

DIAS, F. P.; HERMANN, M. L. P. Suscetibilidade a deslizamentos: estudo de Caso no bairro de Saco Grande, Florianópolis-SC. *Caminhos de Geografia*, v. 3, n. 6, p. 57-73, 2002.

HORTON, R. E. Erosional development of streams and their drainage basins: a hydrological approach to quantitative morphology. *Bull. Geol. Soc. Am.*, v. 56, p. 275-370, 1945.

PFALTZGRAFF, P. A. S. *Mapa de suscetibilidade a deslizamentos na região metropolitana do Recife*. 2007. Tese (Doutorado em Geociências) – Centro de Tecnologia e Geociências, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2007.

RODRIGUEZ, J. M. M.; SILVA, E. V.; CAVALCANTI, A. P. B. *Geoecologia das Paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental*. 2004. 222 p. Fortaleza: Editora UFC, 2004.

SANTOS, R. F. *Vulnerabilidade ambiental*. Brasília: MMA, 2007.

SEABRA, V. S.; AUGUSTO, R. C. O Litoral Leste do Estado do Rio de Janeiro. In: SEABRA, Vinicius da Silva; AUGUSTO, Rafael Cardão (org.). *Dinâmicas Ambientais e Geoprocessamento no Litoral Leste do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Editora Autografia, 2018. v. 1. p. 17-38.

SOTCHAVA, V. B. O estudo do Geossistemas. *Métodos em questão*, USP, v. 16, 1977.

SOUZA C. M.; SHIMBO, J. Z.; ROSA, M. R.; PARENTE, L. L.; ALENCAR, A. A.; RUDORFF, B. F. T.; HASENACK, H.; MATSUMOTO, M.; FERREIRA, L. G. SOUZA-FILHO, P. W. M.; OLIVEIRA, S. W.; ROCHA, W. F.; FONSECA, A. V.; MARQUES, C. B.; DINIZ, C. G.; COSTA, D.; MONTEIRO, D.; ROSA, E. R.; VÉLEZ-MARTIN, E.; WEBER, E. J., LENTI, F. E. B.; PATERNOST, F. F.; PAREYN, F.G.C.; SIQUEIRA, J.V.; VIEIRA, J. L.; NETO, L. C. F.; SARAIVA, M. M.; SALES, M. H.; SALGADO, M. P. G.; VASCONCELOS, R.; GALANO, S.; MESQUITA, V. V.; AZEVEDO, T. *Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine – Remote Sensing*, volume 12, issue 17. 2020. 10.3390/rs12172735

TSUKAMOTO, Y. Study on the growth of stream channel (I). Relationship between stream channel growth and landslides occurring during heavy storm. *Journal of Japan Erosion Control Society*, v. 25 n. 4, p. 4-13, 1973.

TUCCI, C. E. M.; PORTO, R. L. L.; BARROS, M. T. Drenagem urbana. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 1995. 428 p. In: OLIVEIRA, G. G de. *Modelos para previsão, espacialização e análise das áreas inundáveis na bacia hidrográfica do Rio Caí, Rs*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2010.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

ESTUDOS EM DIREÇÃO A UMA CARTOGRAFIA DE INUNDAÇÕES URBANAS NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO⁸

*Alexander Josef Sá Tobias da Costa
Rodrigo da Silva Conceição
Fernanda de Oliveira Amante*

Introdução

A pesar de as inundações urbanas ocorrerem em grande parte da cidade do Rio de Janeiro, o recorte espacial utilizado no presente capítulo limitou-se aos bairros da Grande Tijuca no município do Rio de Janeiro – Praça da Bandeira, Maracanã, Tijuca, Vila Isabel, Andaraí, Grajaú e Alto da Boa Vista – situados na vertente norte do Maciço da Tijuca. No passado, esta área apresentava alagadiços e antigas várzeas, que ao longo do tempo foram bastante transformadas, e possuem hoje uma grande recorrência do fenômeno das inundações urbanas.

Esses bairros localizam-se em uma significativa porção da Zona Norte do município do Rio de Janeiro. Estão compreendidos entre o Maciço da Tijuca e a Baía de Guanabara, tendo um reduzido espaço de planície para um desenvolvimento urbano adequado, o que, aliás, se repete em diversas outras partes da cidade. Trata-se de bairros intensamente ocupados, verticalizados, cercados pelas encostas do Maciço. Estas, por sua vez, se encontram ocupadas por comunidades carentes. Também por esta razão os elementos físicos e morfológicos apresentam destaque, sendo aqui colocados como importantes na compreensão da ocupação e do desenvolvimento espacial da população na área em questão, além de contribuir para um maior entendimento da problemática ambiental resultante desse processo.

A ocupação de encostas pelas favelas e a retirada de sua cobertura vegetal acabaram por gerar áreas de risco de deslizamentos; também determinadas pela ocupação urbana, houve a retinilização dos cursos fluviais, o assoreamento dos canais e a ampliação da rede de drenagem pluvial e de abastecimento de água e esgoto nas encostas, que, num quadro conjunto e complexo, contribuem para as enchentes urbanas. Entende-se que esses fenômenos precisam ser analisados dentro de um quadro hidrogeomorfológico integrado, sendo totalmente indesejável a sua partição em processos isolados e estanques.

A condição climática sob a qual encontra-se a cidade do Rio de Janeiro caracteriza-se pelas altas temperaturas e valores expressivos de umidade e precipitação. A circulação atmosférica é dominada pela ação das massas de ar Tropical Atlântica e Polar e perturbações secundárias das frentes frias. Durante o verão, elas causam os maiores impactos, gerando chuvas intensas (COELHO NETTO, 1992).

A presença e a disposição dos maciços litorâneos cariocas, – entre eles o Maciço da Tijuca – contribui para a ocorrência de intensas precipitações na cidade, pois a posição deles no sentido NE-SW impede a circulação dos ventos úmidos provenientes do mar, proporcionando a ocorrência de chuvas orográficas, que irão responder pelos diferentes totais anuais de precipitação encontrados na vertente litorânea dessas elevações – nas cotas inferiores a 500 metros, até 2000 mm/ano; nas cotas superiores a 500 m, mais de 2000 mm/ano (COSTA, 1989; 2010).

As bacias de drenagem da área de estudo possuem pequena área e encostas com declives acentuados, além de regime fluvial atrelado às condições de pluviosidade. As cheias dos rios e os níveis por elas atingidos são respostas quase imediatas à magnitude e frequência dos eventos de chuva. Segundo Ferreira (1994), as séries pluviométricas de estações climatológicas possuem um comportamento semelhante ao regime das chuvas nas bacias: a frequência elevada de meses com totais mensais até 250 mm de chuva, além da ocorrência, com baixa frequência, de meses com totais pluviométricos entre 300 e 600 mm.

As principais características das bacias de drenagem da área são os rios de pequena extensão, com grandes declividades em suas cabeceiras – que em contato abrupto com a planície praticamente determinam a inexistência de trechos de médio curso – e a localização de seus baixos cursos em planícies com declividades muito baixas, onde foram realizadas obras diversas para a modificação de seus leitos e margens.

Tendo em vista as características morfológicas do relevo, o processo de ocupação da área se deu de forma bastante ampla, isto é, com um intensivo aproveitamento do espaço, visto na densidade da verticalização residencial de seus bairros formais e na expansão da ocupação das encostas.

Ao longo do século XX, a ocupação da Grande Tijuca se encaminhou notadamente para o uso residencial, seguido pelo setor de comércio e serviços, que visam atender aos seus moradores bem como à população das proximidades, conferindo ao bairro da Tijuca o papel de um importante subcentro.

Com o grande poder de atração comercial, concentração de serviços e por consequência do adensamento populacional de classes de renda mais altas, ocorreu também uma enorme atração de população de renda mais baixa, principalmente a partir da segunda metade do século passado. Por isso, os bairros da Grande Tijuca desenvolveram o processo de favelização, com o surgimento

– e mais tarde adensamento – de ocupação nas encostas do Maciço. Destacam-se complexos de favelas distintos como: Salgueiro, Borel, Turano, Andaraí, entre outros (SANTOS *et al.*, 2003).

Quanto a esta parcela da população, evidenciam-se ainda questões quanto ao seu processo de ocupação ilegal e, de forma associada, ao relevo, tendo em vista que está predominantemente instalada em áreas de risco de deslizamentos. Apenas recentemente as favelas têm recebido atenção do poder público: a partir da década de 1990, a Prefeitura implementou obras de infraestrutura urbana e projetos sociais dentro do Programa Favela-Bairro. A proposta era integrar as favelas aos bairros formais da cidade, dotando-as de uma melhor infraestrutura, serviços e equipamentos públicos e buscando também amenizar a problemática ambiental (SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO, 2004).

Percebe-se que a Grande Tijuca foi desde o período colonial e é até hoje alvo constante de modificações em sua extensão territorial. Além da proliferação de áreas de precária qualidade de vida, principalmente devido à falta de acesso aos equipamentos e infraestrutura urbana da cidade formal, ocorre ainda o desenvolvimento acelerado da criminalidade, como assaltos, tráfico de drogas, entre outros, reflexo da própria disparidade socioeconômica de seus habitantes.

As modificações da paisagem natural dessa localidade – e da cidade do Rio de Janeiro como um todo – sempre dizem respeito às necessidades e a lógica de reprodução em que a sociedade carioca se insere nos diferentes espaços de tempo, destacando a cristalização de processos sociais, trabalhados por inúmeros autores. A Grande Tijuca consegue, em seu espaço urbano, exemplificar todos esses aspectos.

O presente capítulo tem como objetivos identificar as relações entre as intervenções antrópicas existentes na área de estudo, advindas do processo de crescimento urbano, com a ocorrência das inundações urbanas, e analisar diferentes propostas de mapeamento desse fenômeno, igualmente elaboradas para a área da Grande Tijuca. Espera-se que o avanço das pesquisas acadêmicas e institucionais na direção do entendimento das inundações urbanas seja acompanhado do desenvolvimento de novas possibilidades de mapeá-las e espacializá-las, para que possam sinergicamente interagir no sentido de subsidiar propostas de planejamento e ação contra os seus efeitos negativos, contribuindo para a melhoria da qualidade de vida da população envolvida nesse contexto.

Além da pesquisa bibliográfica relacionada às temáticas do trabalho, será necessário resgatar e analisar as propostas de mapeamento de inundações existentes para a Grande Tijuca, observando os seus pressupostos teórico-metodológicos e instrumentais. Com essa análise de propostas, pretende-se ter um ponto de partida para a proposição de uma cartografia das inundações urbanas, com o intuito de construir um conjunto de conhecimentos e procedimentos sobre o mapeamento desse fenômeno, a partir de diferentes ações existentes e futuras.

O processo de urbanização no Rio de Janeiro e as inundações urbanas

Desde a fundação da cidade do Rio de Janeiro, as chuvas de grande altura e elevada intensidade estão presentes no cotidiano carioca e, intensificadas pelo processo de ocupação e crescimento da cidade, também são frequentes as enchentes. Muitas são as condicionantes naturais e antrópicas que favorecem a ocorrência de inundações na cidade. A disposição da cidade, em planícies costeiras entre os maciços costeiros, determina, por um lado, a ocorrência de precipitações intensas, de efeito orográfico e, por outro lado, a formação de cheias devido às fortes declividades que resultam em escoamentos rápidos, com baixos tempos de concentração. A baixa permeabilidade, resultante de camadas pouco espessas de solos argilosos sobre rochas, de áreas de rocha exposta, e de áreas urbanizadas impermeabilizadas, também contribui para a formação dos picos de vazão, gerando grandes volumes de cheia nas áreas com reduzidas altitudes (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2011).

Ao descrever o processo de evolução geomorfológica do Rio de Janeiro, Ruellan (1953) mostra-nos o quadro que recebeu os portugueses no século XVI: vales amplos e planícies de formação recente, mal consolidadas, nas quais se destacavam alinhamentos e morros isolados. Daí até a metrópole nacional do século XXI, uma série de modificações fisiográficas tiveram lugar no sítio urbano inicial, as quais alteraram profundamente as características originais do ecossistema local.

O primeiro de muitos relatórios elaborados a partir de inundações urbanas relevantes data de 1811, no qual João Manoel da Silva explicava a D. João VI as causas do episódio “Águas do monte”: a topografia da cidade possui rupturas abruptas de inclinação – de encostas íngremes para terrenos planos ao nível do mar, o que contribui para o escoamento superficial rápido pelas vertentes e para o seu represamento igualmente acelerado na planície. Abreu (1987) aponta que o único sistema de drenagem existente era problemático, pois as valas tinham pouca declividade, já que estavam praticamente ao nível do mar. Assim, sua principal função – drenar as águas pluviais – não era atendida, principalmente quando havia a ocorrência de chuvas mais intensas. O estudo também apontava a população como responsável pelo episódio, visto que as valas estavam cobertas de lixo. Aliás, a responsabilização da população pelas enchentes urbanas, por diferentes motivos, está presente em diversos relatórios que se sucederam, até os dias atuais (BRANDÃO, 1997).

Com relação às causas de natureza antrópica, pode-se citar a ocupação das baixadas e várzeas, que resultou em uma grande quantidade de interferências concentradas em faixas estreitas, como sistema viário, ferroviário e equipamentos urbanos, além da impermeabilização do solo por asfalto. Some-se a isto o fato que a expansão urbana ocorreu, principalmente, pela construção de aterros

sobre o mar e sobre áreas de mangue e pela ocupação das encostas dos morros. Os aterros sobre o mar e áreas de mangues implicaram em obras de retificação e prolongamento dos canais em trechos com declividades muito baixas. Em geral, as obras de canalização resultaram na concentração dos fluxos fluviais, agravando a ocorrência de inundações urbanas. A ocupação dos morros, por sua vez, gerou incrementos na formação de sedimentos, com conseqüente redução de capacidade dos canais e seu assoreamento (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2011).

A transformação foi (e é) tão intensa, a custos tão elevados, que repetidamente vem à pauta a discussão sobre a propriedade ou não da instalação e crescimento da cidade do Rio de Janeiro nesse sítio. Abreu (1987) afirma que a posição estratégica da cidade, na entrada da Baía de Guanabara, foi fundamental na decisão portuguesa de fundar a cidade. Entretanto, o sítio se mostrava problemático, pela quebra abrupta de gradiente entre a encosta e a baixada situada ao nível do mar, e pela grande quantidade de brejos, pântanos e lagoas. Lamego (1964) descreve a intensa luta da cidade e de seus habitantes contra o brejo, o mar e a montanha, no processo de crescimento urbano. Com a carência de solo enxuto para expansão urbana, nos primeiros séculos as planícies e as lagoas iam sendo dessecadas sem técnicas saneadoras: colocava-se simplesmente, o aterro por cima. De acordo com Lamego (1964, p. 163), praticamente toda a planície onde se localizava o centro da cidade, do Cais do Porto à Praça Paris e desde a Rua Primeiro de Março ao Campo de Santana, se assenta “sobre uma esponja de velhos paludes aterrados”.

Como conseqüência, o volume de água que descia diretamente para a Baía de Guanabara sofreu um aumento, já que diminuíram as áreas de retenção e de evaporação dos alagadiços e já que a área coberta por impermeabilização aumentava. Vale lembrar que houve a construção de inúmeras valas, que contribuíram para o enxugamento do solo e que, até o final do século XIX, foram a única rede de drenagem urbana da cidade.

Mesmo após vencer a batalha contra os mangues e pântanos, o Rio de Janeiro ainda sentia a falta de espaço para a sua expansão, principalmente ao final do século XIX, quando se deu acelerado crescimento populacional. Sucessivos aterros foram realizados, em uma modificação constante do litoral carioca – assim surgiram o bairro da Urca, a área portuária e o Parque do Flamengo. O antigo Saco de São Diogo que alcançava de São Cristóvão até o Santo Cristo, incluindo o Bairro da Praça da Bandeira, se reduz hoje, ao Canal do Mangue, cujas obras terminaram em 1857.

As modificações continuaram: as desembocaduras dos Rios Maracanã, Trapicheiros, Joana e Comprido recuaram, já que originalmente se localizavam nas proximidades da atual Praça da Bandeira, em função da construção de um canal de drenagem na Avenida Francisco Bicalho; além disso, as obras do porto avançaram de tal modo sobre a Baía de Guanabara que absorveram até várias ilhas afastadas da costa (BACKHEUSER, 1946).

Os aterros trouxeram mudanças para o escoamento das águas dos rios. Com essa expansão, houve o alongamento do percurso das águas e a diminuição da declividade, já excessivamente fraca (RUELLAN, 1953). Com uma distância maior a percorrer, a velocidade das águas se reduz mais ainda, pois esta já sofria considerável diminuição em função da abrupta ruptura de declive entre as íngremes encostas do Maciço da Tijuca e a planície. Isso agrava o problema do escoamento pela microdrenagem, pois, com a diminuição da velocidade do fluxo e da competência do canal, ocorre uma maior deposição de sedimentos; estes geralmente cobrem os ralos e entopem as caixas de retenção, reduzindo a capacidade de escoamento das galerias pluviais (AMARANTE, 1960). Ou seja, a cidade do Rio de Janeiro, em seu crescimento, ocupou áreas mal aterradas, mal niveladas, e com baixa altitude, exatamente as que se transformaram nas mais afetadas pelas inundações.

Paralelamente às conquistas de faixas de terra e mar, houve o ataque à montanha, dado de duas formas: pelo desmonte e pela ocupação das encostas. O desmonte, apesar de ter uma justificativa saneadora, vai propiciar na verdade, o ganho de espaço de duas maneiras: pela área resultante da destruição dos morros (houve o predomínio do desmonte nos morros do centro da cidade) e pelos aterros que serão realizados com o material resultante da destruição. A ocupação das encostas se dará primeiramente pelas culturas da cana-de-açúcar e do café, com a devastação da floresta nativa. Por volta de 1870, foi iniciado o reflorestamento do Maciço da Tijuca, até que no decorrer do século XX reiniciou-se o desmatamento e a ocupação das encostas, por meio de habitações. Apesar do predomínio das favelas com população de baixa renda, também as classes mais altas ocuparam as encostas com suas residências, principalmente em bairros de Zona Sul e na Grande Tijuca, no Alto da Boa Vista.

Também deve ser considerado que a cidade do Rio de Janeiro teve um crescimento demográfico lento até o século XIX. Comparando com o espaço urbano atual, era uma cidade pequena e, assim, os temporais atingiam com facilidade a totalidade da área urbana de outrora. Brandão (1997) afirma que em pelo menos metade dos anos do século XX são encontrados registros de chuvas intensas que resultaram em inundações de grandes proporções; aponta, ainda, que as enchentes aumentaram sua frequência a partir dos anos 1960. As áreas de ocorrência de episódios pluviais de maior intensidade são as mesmas onde se encontram as maiores taxas de ocupação urbana; as densidades demográficas mais elevadas; a maior concentração de favelas e loteamentos irregulares e, finalmente – e como consequência lógica – a maioria das áreas de risco de deslizamento e de inundações.

Ao longo dos anos, várias foram as intervenções realizadas na bacia do Canal do Mangue, alterando significativamente a configuração original da macrodrenagem. Entre 1902 e 1906, os rios Joana, Comprido e Maracanã foram retificados e canalizados. Entre 1920 e 1922, foram feitas a Av.

Maracanã e a desobstrução dos Rios principais. A foz do Rio Joana foi alterada para o Rio Maracanã. Mas não foram suficientes para a solução dos problemas.

A partir de 1940, a cidade inseriu-se em um quadro de intensificação dos problemas ambientais. Com o elevado aumento do valor do solo urbano, o crescimento vertical da cidade sofreu grande incremento e o processo de favelização se fortaleceu, o que gerou sucessivas crises nos setores de transportes e de habitação.

Os sucessivos aterros, canalização dos rios, a substituição da floresta por mansões, favelas, arruamentos, entre outras obras de urbanização, trouxe alterações na geração de escoamento superficial e subsuperficial, modificando profundamente a infiltração e o deflúvio, ocasionando um aumento no total da precipitação útil. Além disso, os próprios sistemas de águas pluviais e de esgotos contribuem para a maior rapidez e tamanho das vazões de pico, já que muitas galerias pluviais e de esgotos têm como destino os canais principais dos rios cariocas.

Em relação ao abastecimento de água, de acordo com Serviço Nacional de Informações sobre Saneamento – SNIS (FUNDAÇÃO RIO ÁGUAS, 2009), o município do Rio de Janeiro tem um índice de atendimento urbano de água de 99,4%. Entretanto, essa água é proveniente da Bacia do Rio Guandu, ou seja, um volume maior de água é despejado pelo sistema de esgoto nas bacias de drenagem da cidade. Por sua vez, o esgotamento sanitário dos bairros que pertencem à bacia do Canal do Mangue é lançado, “*in natura*” na Baía da Guanabara, por meio das Estações Elevatórias de São Cristóvão, Marechal Hermes (esgoto do bairro do Rio Comprido e adjacências) e do Mangue (região central da cidade). É comum a ocorrência de extravasamentos para o Canal do Mangue. Existem ainda lançamentos diretos nos rios Maracanã e Canal do Mangue, por meio de inúmeros canais extravasores da rede de esgoto da região. Esse quadro representa o agravamento das condições de enchente nos bairros, uma vez que contribuem para o assoreamento dos canais e da foz do Canal do Mangue, reduzindo a capacidade de drenagem da bacia.

Atualmente, a bacia do Mangue registra inundações frequentes em todos os seus cursos d’água principais. A situação mais grave ocorre nos rios Joana, Trapicheiros e Maracanã que desaguam no Canal do Mangue, na altura da Praça da Bandeira. Não apenas essa área, mas, a quase toda a cidade convive em maior ou menor grau com as inundações urbanas e assiste, de tempos em tempos, intervenções nas bacias de drenagem que apontam para a solução do problema e de seus efeitos socioeconômicos e ambientais. Por outro lado, no tocante às medidas não estruturais, pouco se tem feito em relação a programas de educação ambiental; regularização e fiscalização do uso do solo urbano; e sistemas de alerta de inundações, entre outras. Nessa direção, ao contrário dos deslizamentos de encostas, são raras as propostas de mapeamento das inundações; assim, ainda não existe em bases estruturadas o que denominamos uma cartografia das inundações urbanas.

Cartografia de inundações urbanas

Mapas e cartas temáticos são representações dos fenômenos existentes sobre a superfície terrestre. Geralmente utilizam outros produtos cartográficos como base, a exemplo dos mapas e cartas topográficas, os quais deverão assumir um papel de referência adequado a acomodar o tema (MARTINELLI, 2007).

Estes podem ser vistos como importantes instrumentos informacionais vinculados às etapas do processo de planejamento ambiental (subsidiando diagnósticos e prognósticos) e ao de gestão de desastres naturais (para a tomada de decisão).

A produção deste tipo de material, envolvendo desde a identificação dos pontos de ocorrência de determinados fenômenos relacionados aos desastres naturais ao zoneamento de áreas de inundações, por exemplo, atualmente se dá a partir da utilização de recursos de geoprocessamento frente às investigações ambientais.

Segundo Xavier-da-Silva (2001, p. 2), geoprocessamento corresponde então a “um conjunto de técnicas computacionais que opera sobre bases de dados (que são registros de ocorrências) georreferenciados, para os transformar em informação (que é um acréscimo de conhecimento) relevante”.

O autor supracitado identifica proposições universalmente aceitas no âmbito dos procedimentos de investigação espacial do meio ambiente relativas à localização, extensão, correlação e evolução dos fenômenos registráveis.

Todo fenômeno é passível de ser localizado, através da criação de um referencial conveniente; todo fenômeno tem sua extensão determinável, a partir de sua inserção no referencial escolhido; todo fenômeno está em constante alteração; todo fenômeno apresenta-se com relacionamentos, não sendo registrável qualquer fenômeno totalmente isolado (XAVIER-DA-SILVA, 2001, p. 17).

As atividades envolvendo o geoprocessamento são geralmente executadas por sistemas específicos, mais comumente chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIGs). De acordo com Martinelli (2007, p. 28), SIGs “constituem dispositivos automatizados, para aquisição, gerenciamento, análise e apresentação dos dados georreferenciados [...], monitorados no tempo, além de propiciar simulações de eventos e situações complexas da realidade”. Tal concepção atesta o SIG como uma ferramenta básica para o geoprocessamento.

Rocha (2000, p. 48) define SIG:

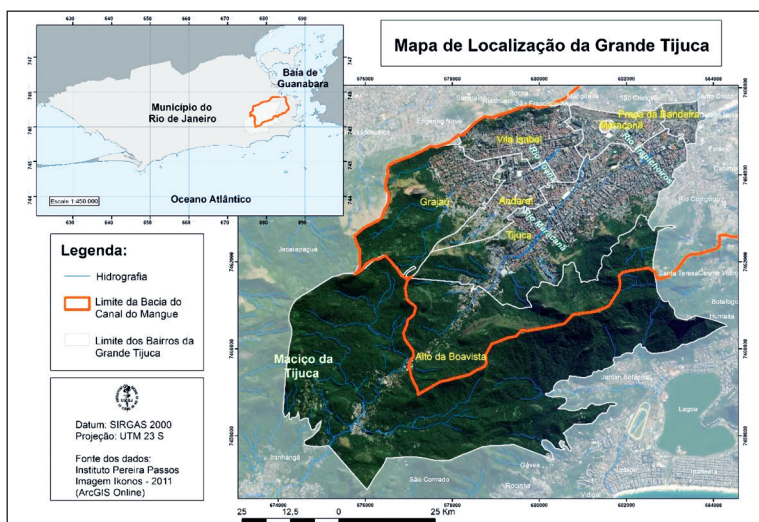
[...] sistema com capacidade para aquisição, armazenamento, tratamento, integração, processamento, recuperação, transformação, manipulação, modelagem, atualização, análise e exibição de informações digitais georreferenciadas, topologicamente estruturadas, associadas ou não a um banco de dados alfanuméricos.

A estrutura topológica citada pelo autor representa os relacionamentos espaciais entre as suas entidades. As relações topológicas, a exemplo da proximidade e da interseção, correspondem às relações espaciais entre os elementos geográficos, representados por feições geométricas (ROCHA, 2000).

Na prática, os SIGs podem ser utilizados de distintas maneiras: como ferramenta para produção de mapas (sobreposição e/ou representação dos dados); como suporte para análise espacial de fenômenos (cruzamento); e/ou como um banco de dados geográficos, com funções de armazenamento e recuperação de informação espacial (consulta) (DAVIS; CÂMARA, 2001).

Objetivando possibilitar o desenvolvimento de modelos de análises ambientais complexas e/ou ainda contribuir cientificamente ao processo de planejamento ambiental na Grande Tijuca, pesquisadores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ) vêm, ao longo dos anos, buscando estabelecer metodologias voltadas à elaboração de distintos mapeamentos relacionados à ocorrência de enchentes nesta área. Nesta perspectiva citam-se os trabalhos de Ribeiro (2000), Amante (2006) e Costa (2010). Técnicas e instrumentos para informação espacial também são adotados em estudos e relatórios desenvolvidos em meio governamental, objetivando a tomada de decisão e o direcionamento de ações. A exemplo, para o processo de elaboração do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro, em andamento, os gestores locais, responsáveis pela construção de diagnósticos do sistema de drenagem e proposição de intervenções, trabalharam na identificação espacial de áreas críticas de inundação e de alagamento em estudo desenvolvido para a bacia hidrográfica do Canal do Mangue (RIO-ÁGUAS, 2011), composta parcialmente por bairros da denominada Grande Tijuca (Figura 1).

Figura 1 – Mapa de localização da Grande Tijuca (RJ)



Tais iniciativas, em meio acadêmico-científico e governamental, devem ser descritas levando em consideração, primeiramente, o objetivo de cada trabalho, o que, certamente, definiu a proposta dos mapeamentos e temática associada (em função dos conceitos), o tipo de representação (em função da escala) e as técnicas empregadas em cada um (desde o levantamento dos dados até a operacionalização sobre os mesmos). Esta descrição acaba por envolver um método comparativo, ressaltando semelhanças e diferenças entre os mapeamentos, no que se refere principalmente ao seu processo elaborativo.

Deve-se indicar ainda que, a partir dos mapeamentos, a serem analisados a seguir, podem ser extraídas informações de um recorte temático comum, neste caso, a Grande Tijuca. No entanto, ainda que possam compartilhar de dados levantados em períodos comuns, os trabalhos aos quais se vinculam tais mapeamentos são temporalmente distintos. Neste sentido, a construção de tais mapeamentos pode ser analisada sob uma perspectiva cronológica.

O mapeamento elaborado por Ribeiro (2000) refere-se à década de 1990, e foi estruturado a partir de levantamentos da Fundação Rio-Águas identificando os pontos críticos de inundações na Grande Tijuca. Buscou-se conhecer os setores censitários – Menor unidade criada para fins de controle cadastral da coleta de dados censitários em território brasileiro – adjacentes a ruas ou localizados em áreas sujeitas a inundações. Com tal mapeamento a autora objetivou a obtenção de novos dados que contribuíssem para a caracterização das condições socioeconômicas na Grande Tijuca. Ou seja, este mapeamento forma parte de um conjunto voltado à análise espacial integrada, em SIG, da qualidade de vida neste recorte.

Conforme explicita Ribeiro (2000), a partir do comportamento das informações geradas em nível setor censitário, é possível obter a distribuição espacial das condições socioeconômicas, a qual pode ser observada e representada na escala intraurbana, o que permite verificar diferenças internas existentes nos bairros quanto aos parâmetros considerados.

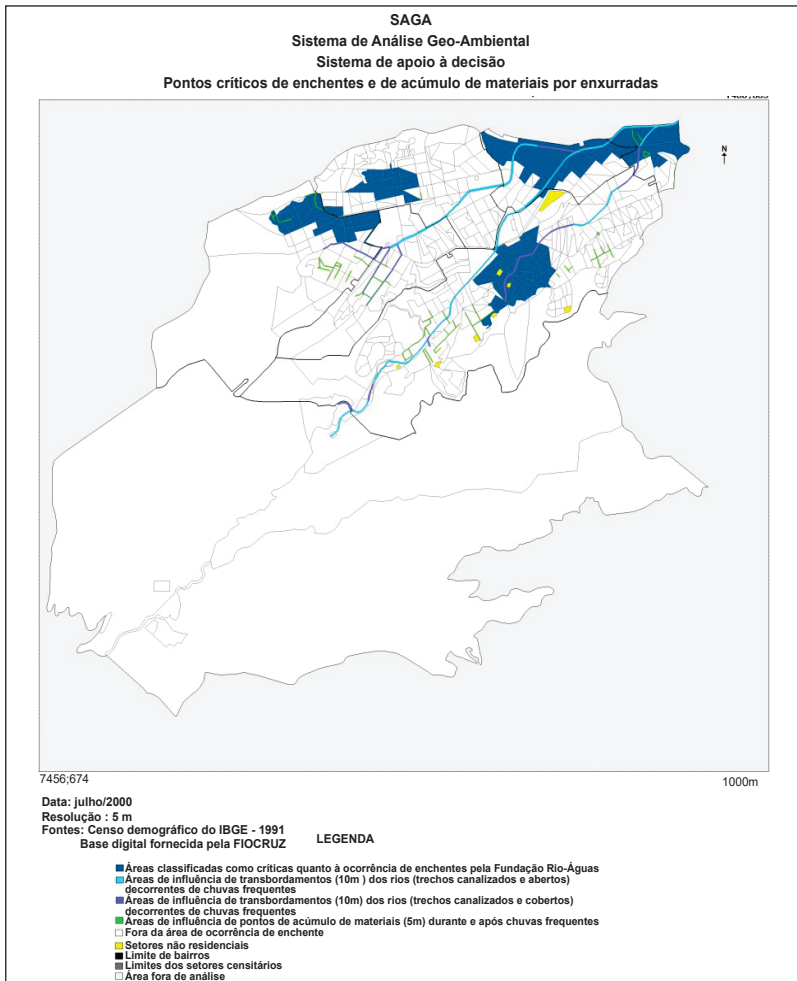
Os pontos de inundações foram lançados em carta topográfica, na escala 1:10.000, de acordo com a escala de levantamento dos limites dos setores censitários (referentes ao censo de 1991). A sobreposição do mapa com os limites dos setores censitários, em papel vegetal, com a carta topográfica, igualmente neste formato, permitiu verificar a correspondência espacial dos setores com os pontos críticos de enchente.

Neste sentido, tal mapeamento, diferentemente do contexto das análises geradas pela autora,

Foi produzido com um menor nível de automação. Isto se explica pelo fato de que, naquele momento, os recursos para manipulação de dados gráficos eram restritos em termos de infraestrutura.

No mapeamento (Figura 2) são representadas ainda as áreas de ocorrência de inundações provocadas por transbordamento do canal (determinação das áreas de influência) ou por enxurradas provenientes das encostas, além localizar também os pontos críticos de acúmulo de materiais após enxurradas, com base em estudos anteriores e em conhecimento *ad hoc*.

Figura 2 – Mapa de pontos críticos de inundações e de acúmulo de materiais por enxurradas da Grande Tijuca (RJ) – Década de 1990.



Fonte: Ribeiro (2000).

Já Amante (2006), em seu trabalho, objetivou, especificamente, a elaboração de uma carta de inundações da Grande Tijuca, a fim de espacializar a problemática recorrente das enchentes urbanas na área.

A opção metodológica adotada por Amante (2006) para a espacialização das áreas inundadas na década de 2000, baseou-se na percepção da população atingida (que vivencia o problema em seu cotidiano). Em um primeiro momento, a autora da pesquisa recorreu à realização de trabalhos de campo (em diferentes períodos dos anos de 2004, 2005 e 2006) para um levantamento prévio da percepção ambiental da população, por meio da aplicação de questionários, contando com um universo de mais de 600 entrevistas direcionadas a moradores e comerciantes das áreas consideradas críticas às inundações urbanas.

A aplicação destes se deu em áreas identificadas como inundáveis pelo trabalho de Ribeiro (2000), tornando possível inferir graus de aproximação entre o real e o percebido. Assim, em um segundo momento, foi possível a demarcação cartográfica das ruas atingidas pelas inundações, a partir de cartas digitais, em uma escala de detalhe de 1:2.000. A partir de tais produtos obtiveram-se ainda os pontos cotados das ruas, bem como a visualização de escolas, hospitais, corpo de bombeiros, Defesa Civil, áreas comerciais – para a verificação do acesso ou restrição a esses pontos pela população em dias de chuva.

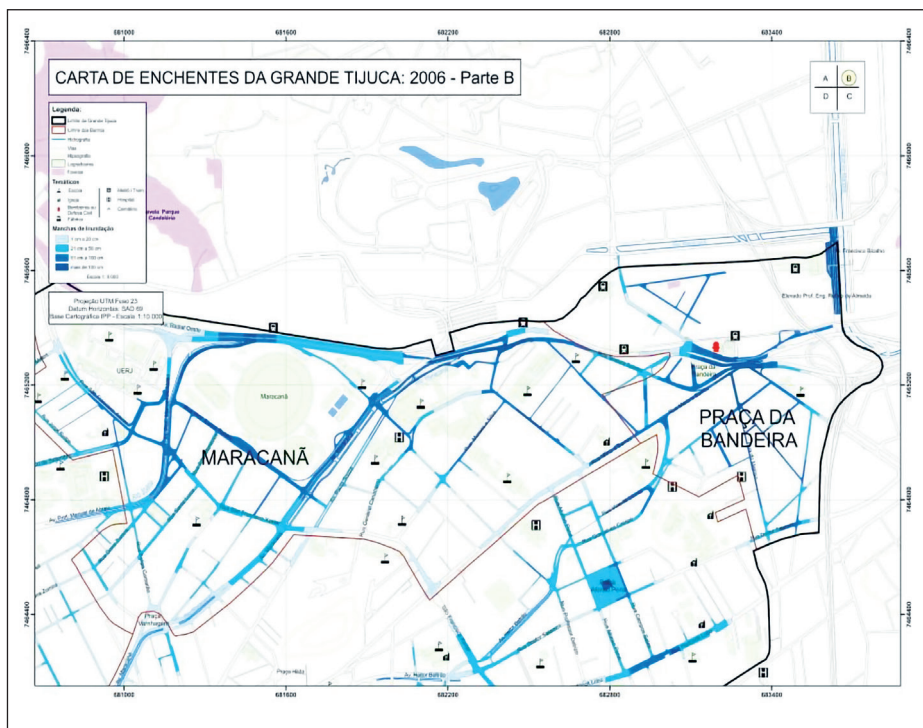
Ao definir uma maior precisão da localização e distâncias na representação gráfica dos objetos de interesse, em função da escala de detalhe, o produto gerado pôde ser destinado a fins práticos. Tais características reforçam o perfil do produto cartográfico, enquanto uma carta temática.

Amante (2006) recorreu à utilização de sistemas para a manipulação da informação georreferenciada, no que se refere à alimentação do banco de dados produzido, contemplando as informações coletadas em campo e vinculadas à malha de logradouros; e aquelas de fontes secundárias, tais como as informações topográficas.

Em relação aos níveis de inundação do mapeamento (Figura 3), os mesmos estão classificados pela altura atingida pela água ao longo da extensão das ruas, levando em consideração as diferentes cotas encontradas ao longo das mesmas. Desta maneira as manchas estão divididas através das classes:

1. 0,1 cm a 20 cm;
2. 21 cm a 50 cm;
3. 50 cm a 1m; e,
4. acima de 1m, diferenciadas pela graduação de cores (tons de azul).

Figura 3 – Cartas de enchentes da Grande Tijuca – 2006



Fonte: Amante (2006).

Costa (2010), em sua pesquisa, promoveu a elaboração de novos mapeamentos para a Grande Tijuca. Seu trabalho objetivou o estabelecimento dos índices de “Risco Hídrico”, de “Vulnerabilidade Socioeconômica” e de “Vulnerabilidade Hidrossocial”.

Assim como Ribeiro (2000), o autor retomou os estudos ambientais na Grande Tijuca viabilizados por análises espaciais integradas com base em SIG. No entanto, os mapeamentos relacionados à ocorrência de enchentes puderam ser estruturados de maneira totalmente automatizada.

Os mapeamentos base de áreas inundadas por inundações na Grande Tijuca utilizados por Costa (2010) referem-se aos elaborados por Ribeiro (2000) e Amante (2006), respectivamente utilizados para a elaboração do índice aplicado aos anos de 1991 e 2000. Tais mapeamentos foram editados e tratados a partir da utilização de funções de entrada de dados em SIG, visando a compatibilização das informações e alimentação do banco de dados.

O Índice de Vulnerabilidade Hidrossocial foi elaborado a partir da reunião de informações relativas aos índices de Risco Hídrico e de Vulnerabilidade Socioeconômica, ou seja, a sobreposição espacial entre áreas que estão expostas a riscos relacionados à água (doenças de veiculação hídrica, inundações e deslizamentos) e grupos populacionais muito pobres e com alta privação.

Em um primeiro momento, foram definidas as zonas de proximidade a partir das áreas identificadas por níveis de inundação, definidas no mapeamento gerado por Amante (2006), de acordo com o respectivo valor de altura da água, na tentativa de se identificar zonas de impacto. A partir de então, por meio de ferramenta voltada às análises de proximidade em SIG (“buffers”), pôde-se gerar as zonas de proximidade das classes.

Em um segundo momento, a partir destes “buffers”, foi possível, por intermédio das operações de consulta em SIG (pautadas em relações topológicas), a associação de setores censitários atingidos a cada buffer das classes de enchente. Os procedimentos foram realizados para ambos os mapeamentos, de cada período (Figura 4).

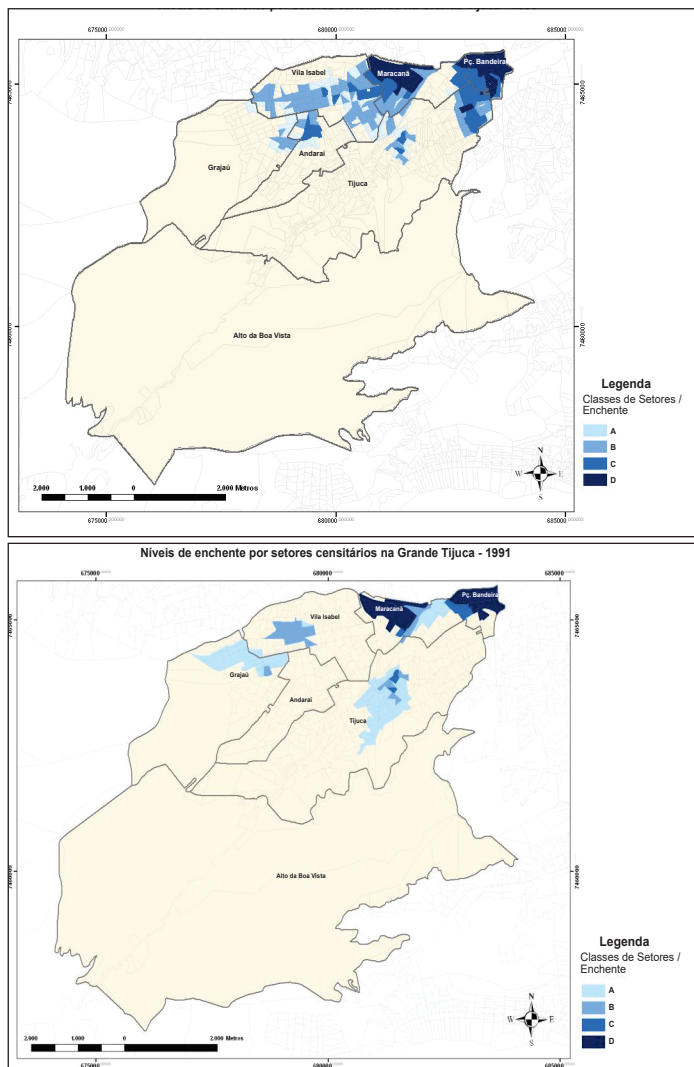
Para a visualização das classes de setores, convencionou-se que os setores com interseção com as zonas de proximidade da classe de enchente com maior nível (maior zona de impacto) estariam destacados em relação à sobreposição com as demais classes. E assim por diante, com relação às demais classes. Isto é justificável pelo fato de que alguns setores possuem zonas de impacto comuns, porém prevaleceu o maior valor de abrangência da zona de impacto das enchentes.

Segundo Costa (2010), nos mapeamentos elaborados podem ser observadas diversas áreas impactadas pelas inundações nos bairros da Grande Tijuca, o que prejudica a organização e o funcionamento não só da população desses bairros, mas chegando a influenciar os bairros próximos, no contexto da Bacia do Canal do Mangue.

De acordo com Ribeiro (2000), normalmente os setores não sujeitos a enchentes estão localizados na base das encostas, principalmente aquelas com geometria côncava/ côncava, as quais propiciam a convergência de fluxo superficial, aumentando a energia das enxurradas e a remoção de materiais desencadeada frequentemente no verão, durante e após as chuvas intensas. O entupimento de galerias pluviais por esses materiais agrava os efeitos das enxurradas.

Em medida de adaptação, para o mapeamento produzido por Ribeiro (2000), foram associados os níveis de inundação definidos por Amante (2006).

Figura 4 – Mapas de níveis de enchente por setores censitários na Grande Tijuca – 1991 e 2000



Fonte: Costa (2010).

Em 2011, a Fundação Rio-Águas, em parceria com um Consórcio formado por outras empresas e fundações especializadas em engenharia hidráulica, produziu um diagnóstico do sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, o qual compõe parte do Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da cidade do Rio de Janeiro (RIO-ÁGUAS, 2011).

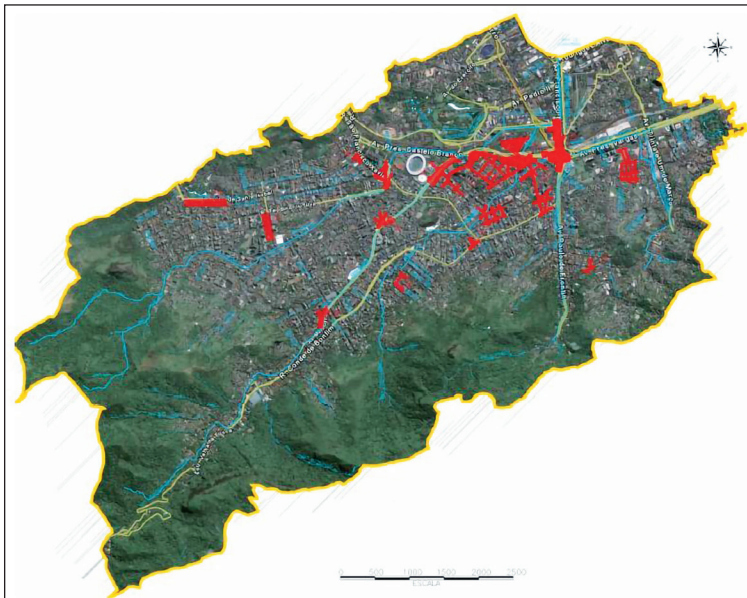
Para o relatório foi elaborada uma planta, em escala de máximo detalhe, apresentando os pontos críticos de inundação observados no Canal do Manguê. Além destes, outros pontos são também apresentados, correspondendo às áreas de alagamento provenientes de deficiências pontuais no sistema de microdrenagem.

As informações do mapeamento produzido foram obtidas por meio de visitas a campo, orientadas a partir dos pontos de inundação observada registrados pela Rio-Águas e por câmeras da Companhia de Engenharia de Tráfego do Rio de Janeiro (CET-Rio).

Segundo Canholi e Graciosa (2011), foram realizadas ainda entrevistas junto aos moradores a fim de delimitar as áreas de inundação frequente, de modo a orientar e calibrar a modelagem hidráulica da bacia. Sendo assim, para o mapeamento recorreu-se à opção metodológica adota por Amante (2006), no que diz respeito à percepção da população atingida.

Estudos hidrológicos e hidráulicos foram conduzidos para avaliar as vazões de projeto e a capacidade dos canais da macrodrenagem, subsidiando intervenções propostas para o controle de inundações na bacia. No entanto, em comparação aos mapeamentos elaborados por Amante (2006) e Costa (2010), tal produto governamental não avançou em direção à definição dos níveis de cheia vinculados aos pontos críticos de inundação (Figura 5).

Figura 5 – Imagem contendo as manchas de inundação observadas na bacia hidrográfica do Canal do Manguê



Fonte: Rio-Águas (2011).

De acordo com as propostas apresentadas, percebe-se o potencial de utilização de mapeamentos representativos de objetos e fenômenos relacionados às inundações urbanas no auxílio para a tomada de decisão em termos de intervenções de diferentes naturezas. Somente a continuidade de tais estudos, somadas às contribuições de novos profissionais – inclusive de outros campos científicos além da Geografia – irá possibilitar a criação de uma base científica consolidada no tocante aos mapeamentos das inundações urbanas.

Considerações finais

Inundações urbanas não são um fenômeno específico de determinadas localidades, podendo ocorrer em diversas áreas urbanas do Brasil e do mundo. O problema é antigo, frequente e recorrente em diferentes trechos da cidade do Rio de Janeiro, e, apesar dos inúmeros prejuízos de diferentes naturezas causados, ainda parece estar longe de ser resolvido ou mesmo atenuado.

O crescimento da cidade esteve (e está) diretamente relacionado a grandes intervenções no ambiente, o qual naturalmente já apresenta um grau de instabilidade elevado, em função de suas características climáticas, geomorfológicas e hidrológicas. Daí, pode-se afirmar que o processo de urbanização intensificou a questão das enchentes urbanas no município.

Como se não bastassem as diversas condicionantes envolvidas, esse complexo quadro se agrava em função da forte desigualdade socioeconômica existente na cidade e na área de estudo, com a população pobre sofrendo de forma mais incisiva as consequências negativas do fenômeno das inundações.

Objetivando contribuir para a compreensão do fenômeno e para o avanço do conhecimento científico acerca da temática, julga-se fundamental apresentar e incentivar diferentes propostas de mapeamento das inundações urbanas, não só por esse ser um atributo primordial da Geografia, mas também pela importância da espacialização de processos e fenômenos para o encaminhamento de soluções integradas com outros campos de conhecimento.

Mesmo com todo o recente avanço tecnológico e teórico-conceitual de mapeamento, inclusive com o amplo desenvolvimento de sistemas de informação, nem o poder público, nem a comunidade científica demonstram o interesse que a temática merece.

Espera-se que o surgimento de novas contribuições na direção de espacializar esse fenômeno possa ajudar na construção de um conjunto de técnicas, ferramentas e conhecimento teórico-metodológico que tenha a capacidade crescente de atuação na resolução dos problemas vivenciados pelos habitantes da Grande Tijuca e de outras áreas que sofram com inundações, ou seja, a construção coletiva de uma Cartografia das inundações urbanas.

REFERÊNCIAS

ABREU, M. de A. (org). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. 333 p.

ABREU, M. de A. *Evolução Urbana no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: IPLANRIO/ZAHAR, 1987. 147 p.

AMADOR, E. da S. Baía de Guanabara: um balanço histórico. In: ABREU, M. de A. (org.). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. 336 p. p. 201-258.

AMANTE, F. de O. *A água no espaço urbano: uma abordagem sócio-ambiental e sua aplicação à Grande Tijuca – Rio de Janeiro (RJ)*. 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2006.

AMARANTE, A. P. Problemas de erosão e do escoamento das águas na cidade do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Geografia*, Rio de Janeiro, ano XXII, n. 4, p. 637-665, out./dez. 1960.

ANTUNES, D. P. Transformações do quadro urbano e evolução do Rio de Janeiro. In: ASSOCIAÇÃO DE GEÓGRAFOS BRASILEIROS (org.). *Aspectos da Geografia Carioca*. Rio de Janeiro: Conselho Nacional de Geografia, 1962. 284 p. p. 19-32.

BACKHEUSER, E. Geografia Carioca: O litoral da Guanabara. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, ano IV, n. 44, p. 972-981, 1946.

BERNARDES, L. M. C. Notas sobre as características fisiográficas do Estado da Guanabara. *Boletim Geográfico*, Rio de Janeiro, ano XXV, n. 192, p. 368-370, 1966.

BRANDÃO, A. M. As chuvas e a ação humana: uma infeliz coincidência. In: ROSA, L. P.; LACERDA, W. A. (org.). *TORMENTAS CARIOCAS – SEMINÁRIO PREVENÇÃO E CONTROLE DOS EFEITOS DOS TEMPORAIS*

NO RIO DE JANEIRO, 1997. Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: COPPE/UFRJ, 1997. 162 p. p. 21-38.

CANHOLI, A. P.; GRACIOSA, M. C. P. Enchentes na cidade do Rio de Janeiro – Causas e soluções. Estudo de caso: Bacia do Canal do Mangue. *In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS*, 19., 2011, Maceió. *Anais [...]*. Maceió: ACQUACON, 2011. p. 1-20.

COELHO NETTO, A. L. O Geocossistema da Floresta da Tijuca. *In: ABREU, M. de A. (org.). Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. 336 p. p. 104-142.

COSTA, A. J. S. T. *Áreas potenciais de produção de escoamento e enchentes urbanas no município do Rio de Janeiro*. 1989. 106 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

COSTA, A. J. S. T. *Modificações no Comportamento Hidrológico das Bacias Hidrográficas no Município do Rio de Janeiro (RJ) em Função da Urbanização*. 1995. 125 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

COSTA, A. J. S. T. *Os caminhos da exclusão hidrológica no Rio de Janeiro (RJ)*. 2010. 210 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2010.

DAVIS, C.; CÂMARA, G. Arquitetura de Sistemas de Informação Geográfica. *In: CÂMARA, G.; DAVIS, C.; MONTEIRO, A. M. V. Introdução à ciência da geoinformação*. São José dos Campos: INPE, 2001. 345 p. p. 1-35.

FAZENDA, J. V. *Antiquilhas e memórias do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: IHGB, 1927. 197 p.

FERREIRA, S. M. Análise das séries hidrológicas de chuva e vazão das bacias contribuintes à Lagoa Rodrigo de Freitas – RJ. *In: JORNADA DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA/UFRJ*. 1994, Rio de Janeiro. *Anais [...]*. Rio de Janeiro: UFRJ, 1994, p. 357-372.

GALVÃO, M. do C. Focos sobre a questão ambiental no Rio de Janeiro. In: ABREU, M. de A. (org.). *Natureza e Sociedade no Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Secretaria Municipal de Cultura, Turismo e Esportes, Departamento Geral de Documentação e Informação Cultural, Divisão de Editoração, 1992. 336 p. p. 13-26.

GUERRA A. J.; CUNHA, S. B. (org.). *Impactos ambientais urbanos no Brasil*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001. 416 p.

LAMEGO, A. R. *O homem e a Guanabara*. Rio de Janeiro: IBGE/CNG, 1964. 249 p.

MARTINELLI, M. *Mapas da geografia e cartografia temática*. 4. ed. São Paulo: Contexto, 2007. 112 p.

RIBEIRO, M. F. *Análise da Qualidade de Vida por meio do Geoprocessamento na Grande Tijuca, Município do Rio de Janeiro (RJ)*. 2000. 214 f. Monografia (Pós-Graduação *lato sensu* em Geoprocessamento) – CAGEOP – Universidade federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2000.

RIBEIRO, M. F. *Áreas de Produção Potencial de Sedimentos no Maciço da Tijuca – RJ*. 90 f. Monografia (Graduação em Geografia) – Instituto de Geociências, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1989.

RIO-ÁGUAS. *Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue. Diagnóstico do Sistema de Drenagem e Plano Diretor Preliminar*. In: PLANO Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: Rio-Águas, 2009. 23 p.

RIO-ÁGUAS. *Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue: intervenções propostas pelo PDMAP e projeto do túnel extravasor*. Rio de Janeiro: Rio-Águas, 2011. 15 p.

RIO-ÁGUAS. *Obras de combate a enchentes na Grande Tijuca e no Maracanã*. Disponível em: www.rio.rj.gov.br/web/rio-aguas. Acesso em: 20 set. 2014.

RIO-ÁGUAS. *Plano Diretor de controle de enchentes da bacia do Canal do Mangue*. Disponível em: www.rio.rj.gov.br/rioaguas. Acesso em: 2 ago. 2004.

ROCHA, C. H. B. *Geoprocessamento*: tecnologia transdisciplinar. Juiz de Fora: Ed. do Autor, 2000. 220 p.

RUELLAN, F. Estudos Geomorfológicos na Zona Urbana do Rio de Janeiro. *Boletim Carioca de Geografia*, Rio de Janeiro, ano VI, n. 3-4, 1953.

SANTOS, A. A. M. *et al. Quando memória e história se entrelaçam*: a trama dos espaços da Grande Tijuca. Rio de Janeiro: IBASE, 2003. 96 p.

SECRETARIA MUNICIPAL DE HABITAÇÃO. *O Projeto Favela Bairro*. Disponível em: www.rio.rj.gov.br/habitacao/.htm. Acesso em: 7 jul. 2004.

SECRETARIA MUNICIPAL DE OBRAS. *O Projeto Rio Cidade*. Disponível em: www.rio.rj.gov.br/smo. Acesso em: 18 jul. 2005.

XAVIER-DA-SILVA, J. *Geoprocessamento para Análise Ambiental*. Rio de Janeiro: Ed. do Autor, 2001. 228 p.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

PARTE III
CONSTRUINDO O FUTURO:
caminhos e soluções

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

O USO DE GRANDES RESERVATÓRIOS PARA A ARMAZENAGEM DA ÁGUA DA CHUVA NO CONTROLE DE ENCHENTES URBANAS⁹

*Ítalo Vinicius da Silva Rocha
Alexander Josef Sá Tobias da Costa*

Introdução

O processo de urbanização ocorre em todos os continentes do planeta, ainda que com intensidades diferenciadas. O crescimento da população urbana – e, conseqüentemente, das áreas ocupadas pelas cidades – mostra-se nos dias atuais como uma tendência em todos os países do mundo, ocasionado por movimentos migratórios campo-cidade que são responsáveis pelo aporte de milhões de novos habitantes nos ambientes urbanos. Além de problemas socioeconômicos, também as questões socioambientais devem merecer a atenção do poder público e igualmente de pesquisadores.

Em nações subdesenvolvidas, a infraestrutura urbana fica quase sempre sobrecarregada com o crescimento das cidades, visto que esse processo gera grande concentração populacional em pequenas áreas, com deficiência no sistema de transporte, falta de abastecimento e saneamento, poluição do ar e água, além das inundações. As condições ambientais inadequadas prejudicam as condições de saúde e qualidade de vida da população, o que aumenta os impactos ambientais, que se tornam limitadores de desenvolvimento (TUCCI, 2005).

Algumas das modificações comuns observadas nas cidades estão ligadas a impermeabilização do solo urbano, ocupação das encostas e canalização dos rios. Tais alterações se relacionam com o aumento do escoamento superficial das águas, principalmente aquelas provenientes das chuvas. As conseqüências ocorrem principalmente a jusante, pois passam a ser as áreas que mais sofrem com enchentes e inundações. Os rios canalizados têm a vazão potencializada e perdem sua planície de inundação devido à alteração de suas margens e áreas ao redor.

No ambiente urbano, a alteração antrópica promove alterações no uso e ocupação do solo e diretamente nos cursos d'água. Fatores ou elementos do meio físico, como, relevo (forma e ângulo das vertentes), cobertura

vegetal, precipitação, volume de água, tipo e morfometria do canal, são tradicionalmente apontados como elementos que influenciam diretamente na ocorrência de cheias ou inundações nos baixos cursos dos rios (ROCHA, 2015; OLIVEIRA, 2011; COSTA, 2010; AMANTE, 2006).

Tucci *et al.* (1995) afirmam que a ocorrência de enchentes no Brasil é fruto principalmente de uma gerência inadequada do planejamento de drenagem e de uma filosofia errônea, onde uma boa drenagem é aquela que permite escoar rapidamente a água precipitada sobre a área de estudo. No entanto, diz Tucci, a melhor drenagem é aquela que drena o escoamento sem produzir impactos nem no local, nem a jusante.

Canholi (2005) menciona que em antigas soluções estruturais na drenagem urbana eram implantadas obras de canalização dos rios para assim acelerar o escoamento e o afastamento rápido dos picos de cheias para os corpos d'água de jusante.

Porém, os conceitos sobre drenagem se modificaram; novos conceitos têm sido adotados para a readequação ou o aumento da eficiência hidráulica dos sistemas de drenagem que visam retardar os escoamentos, de forma a aumentar os tempos de concentração e reduzir as vazões máximas instantâneas; amortecer os picos de vazão e reduzir os volumes de enchentes; e conter, tanto quanto possível, o escoamento superficial no local da precipitação, pela melhoria das condições de infiltração, ou ainda outros métodos como reservatórios para armazenamento da água (CANHOLI, 2005).

Medidas estruturais e medidas não estruturais

Em drenagem urbana, existem medidas que merecem atenção especial devido à importância que têm para o desenvolvimento, consolidação e manutenção de um projeto, isto é, as medidas de controle.

Medidas de controle podem ser divididas em medidas estruturais e não estruturais. Existem diferentes formas de se defini-las, mas a ideia central é sempre a mesma: em documento elaborado para o I Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, realizado na cidade de Florianópolis em 2004, Tucci definiu as Medidas de Controle da seguinte forma:

Medidas estruturais são obras que alteram o rio ou a bacia, portanto o homem modifica o sistema natural. Podem ser divididas em medidas extensivas, quando as medidas são sobre a bacia: reflorestamento, alteração no tipo de plantio; e medidas intensivas, quando são sobre o rio, barragem, diques, mudança de leito etc. Medidas não estruturais são medidas de convivência com o rio: alerta de inundação, zoneamento das áreas de risco, seguro e proteção individual etc. (TUCCI, 2004, p. 20).

A Fundação Centro Tecnológico de Hidráulica (fundação criada para colaborar com instituições públicas e privadas do estado de São Paulo em áreas como de engenharia ambiental e de recursos hídricos), realizou junto com a Prefeitura de São Paulo um estudo sobre projetos de drenagem urbana no município, e definiu tais medidas da seguinte forma:

Medidas Estruturais são constituídas por medidas físicas de engenharia destinadas a desviar, deter, reduzir ou escoar com maior rapidez e menores níveis as águas do escoamento superficial direto, evitando assim os danos e interrupções das atividades causadas pelas inundações. Envolvem, em sua maioria, obras hidráulicas de porte com aplicação maciça de recursos. Entretanto, não são projetadas para propiciar proteção absoluta, pois estas seriam física e economicamente inviáveis na maioria das situações. Medidas Não Estruturais não utilizam estruturas que alteram o regime de escoamento das águas do escoamento superficial direto. São representadas, basicamente, por medidas destinadas ao controle do uso e ocupação do solo (nas várzeas e nas bacias) ou à diminuição da vulnerabilidade dos ocupantes das áreas de risco dos efeitos das inundações (PMSP/FCTH, 1999, p. 19).

Santos (2012) afirma que para a obtenção de resultados confiáveis, o ideal no combate às enchentes urbanas seria utilizar concomitantemente o que ele considera como as duas grandes frentes técnicas:

- A primeira, diz respeito às medidas hidráulicas estruturais, que o autor define como aquelas diretamente vinculadas ao sistema natural e construído de drenagem, correspondendo às obras de desassoreamento dos rios, córregos e drenagens construídas, além de seu alargamento e aprofundamento quando necessário, e à eliminação de pontos de estrangulamento representados por pontes, galerias e sistemas de drenagem antigos que já não suportam mais as vazões a que são submetidos;
- E a segunda frente é representada pelo conjunto de medidas não estruturais, que possuem ação fora das calhas hidrográficas atuando diretamente sobre as causas, ou seja, expedientes voltados ao aumento da capacidade de retenção de águas pluviais nas sub-bacias afluentes: reservatórios domésticos e empresariais de acumulação e/ou infiltração de águas de chuva; disseminação de bosques florestados, calçadas, valetas, pavimentos e pátios drenantes etc.; ações voltadas a reduzir ao máximo o assoreamento das drenagens naturais e construídas, através da redução da erosão nas frentes de expansão metropolitana do lançamento irregular do lixo urbano e do entulho de construção civil; medidas de planejamento urbano em atendimento à necessidade de se conter a forte tendência de espraiamento geográfico, onde áreas naturais são incorporadas

à mancha urbana, implicando sucessivas sobrecargas ao sistema urbano de drenagem.

A PMSP/FCTH (1999) destaca que a falta de suporte de medidas não estruturais é apontada como uma das maiores causas de problemas de drenagem nos centros mais desenvolvidos. E Canholi (2005) afirma que as ações não estruturais procuram disciplinar a ocupação territorial, o comportamento de consumo das pessoas e as atividades econômicas. As medidas não estruturais estão ligadas, principalmente, a questão da consciência e educação ambiental da população dentro da temática de enchentes.

A utilização balanceada de investimentos, tanto em medidas estruturais quanto não estruturais, pode minimizar significativamente os prejuízos causados pelas inundações.

Reservatórios contra enchentes e inundações

Como forma de combate às enchentes, muitos mecanismos para detenção dos escoamentos estão sendo utilizados. Para Canholi (2005), “as obras e os dispositivos aplicados para favorecer a reserva dos escoamentos constituem o conceito mais significativo e de amplo espectro no campo das medidas inovadoras em drenagem urbana”.

As bacias hidrográficas localizadas em meio urbano têm a sua capacidade de armazenamento reduzida por conta dos efeitos da urbanização. Os reservatórios de detenção visam minimizar o impacto hidrológico da redução da capacidade de armazenamento natural da bacia, amortecendo os picos de enchentes e retardando o escoamento, através do aumento no tempo de concentração, aliviando assim o funcionamento da rede de drenagem (TUCCI *et al.*, 1995). Podem ter disposição e forma variada, de acordo com as características da bacia onde serão implantados.

Tucci *et al.* (1995) destacam que a utilização dos reservatórios é feita de acordo com o objetivo do controle desejado, e os controles podem ser divididos em:

- Controle da vazão máxima: Este é o tipo de controle dos efeitos de inundação sobre áreas urbanas. O reservatório é utilizado para amortecer o pico à jusante, reduzindo a seção hidráulica dos condutos e mantendo as condições de vazão preexistentes na área desenvolvida.
- Controle do volume: Normalmente, esse tipo de controle é utilizado quando os escoamentos cloacal e pluvial são transportados por condutos combinados ou quando recebe água de uma área sujeita a contaminação. Como a capacidade de uma estação de tratamento

é limitada, é necessário armazenar o volume para que possa ser tratado. O reservatório também é utilizado para a deposição de sedimentos e depuração da qualidade da água, mantendo seu volume por mais tempo dentro do reservatório.

- Controle de material sólido: Quando a quantidade de sedimentos produzida é significativa, esse tipo de dispositivo pode reter parte dos sedimentos para que sejam retirados do sistema de drenagem.

Canholi (2005) diferenciou três tipos de bacias:

1. **Bacias de Retenção:** Reservatórios de superfície que sempre contêm um volume substancial de água permanente para servir a finalidades de lazer, paisagísticas, ou até para abastecimento de água, ou outras funções. O nível d'água eleva-se temporariamente acima dos níveis normais durante ou imediatamente após as cheias. Ou seja, os escoamentos são retidos não apenas para atender aos requisitos de controle da quantidade.
2. **Bacias de Detenção:** Áreas normalmente secas durante as estiagens, mas projetadas para reter as águas superficiais apenas durante e após as chuvas. O tempo de detenção guarda relação apenas com os picos máximos de vazão requeridos a jusante e com os volumes armazenados.
3. **Bacias de Sedimentação:** Reservatórios com a função principal de reter sólidos em suspensão ou absorver poluentes carreados pelos escoamentos superficiais. A bacia de sedimentação pode ser parte de um reservatório com múltiplos usos, incluindo o de controle de cheias.

Cada tipo de reservatório também pode ser *on-line* e/ou *off-line*. Reservatórios *on-line* encontram-se na linha principal do sistema e restituem os escoamentos de forma atenuada e retardada ao sistema de drenagem, de maneira contínua, normalmente por gravidade. Os reservatórios *off-line* retêm volumes de água desviados da rede de drenagem principal quando ocorre à cheia, e os devolvem para o sistema, geralmente por bombeamento, ou por válvulas controladas, depois de obtido o alívio nos picos de vazão.

Quando a obra de reservação possui finalidade múltipla, incluindo o controle da qualidade da água, pode-se prever, em um mesmo ponto do sistema, os dois tipos de reservatórios, acoplando um reservatório *off-line* com a finalidade de reter os volumes iniciais do deflúvio, que contêm normalmente a maior carga de poluentes, provenientes da lavagem das ruas e edificações, ao reservatório permanente *on-line* (CANHOLI, 2005).

Grandes reservatórios de armazenamento de água têm como vantagem justamente o seu tamanho, pois o volume de água armazenado pode

corresponder ao volume de uma enchente de grandes proporções, o que evitaria uma série de impactos que esse fenômeno causa.

Por outro lado, esse mecanismo também pode ser problemático. A urbanização diminuiu drasticamente as áreas livres nos grandes centros o que dificulta a implantação desses grandes reservatórios. Na maioria dos casos a opção mais indicada é procurar uma área subterrânea apropriada, o que também não é simples em grandes centros. E outro fator importante a ser observado é que geralmente grandes centros urbanos possuem altas taxas de poluição, inclusive em seus cursos d'água, o que exige uma manutenção extremamente eficaz nos reservatórios pois a quantidade de lixo e sedimentos carregada é enorme, e lixo armazenado por longo período pode tornar a área do reservatório propícia a proliferação de vetores de doenças.

O regime de chuvas da localidade também deve ser estudado minuciosamente porque se o reservatório atingir sua máxima capacidade de armazenamento e a cidade for seguidamente assolada por eventos críticos de chuva o reservatório se tornará obsoleto e a enchente ocorrerá da mesma forma.

Exemplos do uso de reservatórios no combate a enchentes

Serão descritos três casos em diferentes localidades onde há o uso de reservatórios contra enchentes. É interessante observar como cada localidade possui peculiaridades que permitem experiências distintas quanto ao uso desse tipo de mecanismo.

Região Metropolitana de São Paulo

Assim como em diversos estados brasileiros, São Paulo sofre todos os anos com fortes chuvas que provocam grandes estragos por conta das enchentes e inundações que se formam.

Durante a década de 1990, o engenheiro Aluísio Pardo Canholi desenvolveu estudos e conceitos em sua tese de doutorado, “Soluções Estruturais Não Convencionais em Drenagem Urbana”, e levou algumas alternativas de solução aos órgãos responsáveis pelo gerenciamento de drenagem da cidade de São Paulo.

As soluções propostas pelo engenheiro resultaram na implantação na cidade de São Paulo de reservatórios para controle de cheias, também conhecidos como piscinões. Com a implantação dos primeiros projetos, após a publicação de sua tese de doutorado (1995), Canholi coordenou, a partir de 1998, o PDMAT (Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê), projeto de alta complexidade devido aos sérios problemas de recursos hídricos da região do Alto Tietê.

Canholi, em sua obra “Drenagem Urbana e Controle de Enchentes” de 2005, inspirada em sua tese de doutorado, além de descrever sobre novas técnicas, metodologias e diretrizes adotadas nos atuais projetos de drenagem urbana, também analisa através de estudos de casos as obras e planos adotados em projetos realizados na região metropolitana de São Paulo. O autor explica através de dados comparativos como os projetos melhoram a drenagem das áreas modificadas em relação ao período anterior a implantação dos piscinões.

Apesar de estudos e métodos que mostram uma melhora nas condições de certas áreas em relação às enchentes, muitos questionam a eficiência dos reservatórios e a capacidade do governo de fazer corretamente sua manutenção. O questionamento se dá principalmente por conta de áreas que mesmo após a implantação dos piscinões continuam com problemas de enchentes.

Em alguns casos, por conta da modificação das áreas de implantação, novos problemas são gerados. Muitos piscinões não são fiscalizados adequadamente e se tornam até mesmo locais de moradores de rua e viciados em drogas, o que altera o cotidiano de moradores próximos pois há aumento do número de roubos e furtos ocasionados por usuários de drogas instalados nas áreas dos reservatórios.

Algumas das críticas feitas ao uso de reservatórios em São Paulo se referem aos altos custos de implantação, manutenção e operação, que podem ser superiores aos custos de soluções tradicionais de ampliação dos canais ou galerias.

A implantação de reservatórios para combater as enchentes em São Paulo é motivo de constantes debates, não só em torno da eficácia do projeto, mas também por questões políticas, pois órgãos municipais e estaduais divergem em relação a quem é responsável pela manutenção dos reservatórios.

Região Metropolitana de Tóquio

O desenvolvimento econômico do Japão aconteceu concomitantemente com seu processo de urbanização. Tais processos ocasionaram alto grau de impermeabilização do solo, o que agravou fortemente os impactos causados por alguns fenômenos enfrentados pelo Japão, como as enchentes e inundações.

Para enfrentar os impactos causados por inundações e enchentes os japoneses investiram em diversas soluções de diferentes níveis tecnológicos e de complexidade. Foram implantados desde calçadas permeáveis até um sistema subterrâneo de reservatórios interligados por quilômetros de túneis para dar vazão às águas das chuvas (VIANI *et al.*, 2008).

A maior medida adotada pelos japoneses para se tentar conter o problema de enchentes de uma vez por todas, foi um gigantesco sistema de drenagem

de águas pluviais. Este sistema impede o transbordamento dos sistemas de drenagem urbana, evitando as possíveis inundações. O sistema tem a capacidade de suportar o transbordamento dos cinco rios da periferia de Tóquio.

O G-CANS Project é considerado o maior sistema de drenagem do mundo. É composto por cinco reservatórios subterrâneos interligados por um túnel de 6,3 quilômetros de comprimento e 10 metros de diâmetro, enterrado a 50 metros de profundidade. O tanque principal possui uma capacidade de 340 mil de metros cúbicos e dimensões de 177 metros de comprimento, 24 metros de altura e 77 metros de largura.

O funcionamento do sistema ocorre através do enchimento de um dos quatro primeiros reservatórios excedentes dos rios que beiram Tóquio. Depois a água vai para o reservatório principal onde é transferida para um tanque de decantação. O tanque está conectado a uma casa de operações onde dez turbinas bombeiam a água para o Rio Edogawa a uma velocidade de 200 mil litros de água por segundo.

Até o funcionamento do G-Cans Project, as obras de construção demoraram cerca de 15 anos, tendo início em 1992. Esta obra teve um custo aproximado de 1,5 milhões de euros. Durante o período de estiagem o G-Cans fica aberto para a visita no Museu Ryukyu-kan na cidade de Kasakube que pertence a província de Saitama (região metropolitana de Tóquio), pois o projeto é tratado como um monumento histórico para o Japão, sendo utilizado em alguns casos, como cenários de filmes e comerciais.

Em Tóquio, alguns piscinões são aproveitados como áreas de múltiplos usos (Figuras 1 e 2). Durante o período seco, utiliza-se o fundo do reservatório escavado como quadras esportivas e pátios de colégios, e durante as inundações os mesmos são ocupados pelas águas. Com isso, consegue-se potencializar a função social de uma construção cara e malvista pela vizinhança, além de reduzir os custos com desapropriações (VIANI *et al.*, 2008).

Figura 1 – Área de usos múltiplos em período de estiagem



Fonte: Viani *et al.* (2008).

Figura 2 – Áreas de usos múltiplos em momento de chuva forte



Fonte: Viani *et al.* (2008).

A experiência adquirida ao longo de sua história contribuiu para que o país aprendesse a se preparar de uma maneira que diminuísse ao máximo os danos possíveis causados por eventos de diferentes naturezas. Isso se dá através do uso correto de sua forte economia, onde há um grande investimento em tecnologia e na construção de uma infraestrutura que suporte esses fenômenos; e na disciplina de seu povo, que é bem preparado e orientado para lidar com tais acontecimentos.

Cidade do Rio de Janeiro

Muitas são as condicionantes naturais e antrópicas que favorecem a ocorrência de inundações na cidade do Rio de Janeiro. A disposição da cidade, em planícies costeiras entre montanhas, ocasiona, por um lado, a ocorrência de precipitações intensas, de efeito orográfico e, por outro lado, a formação de cheias devido às fortes declividades que resultam em escoamentos rápidos, com baixos tempos de concentração. A baixa permeabilidade, resultante de camadas pouco espessas de solos predominantemente argilosos sobre rocha, e grandes áreas de rocha sã, também vem contribuir para a formação dos picos de vazão, gerando grandes volumes de cheia nas áreas baixas. Além disso, o efeito da impermeabilização reduz a capacidade hidráulica dos canais nas partes mais baixas.

Com relação às causas de natureza antrópica, pode-se citar, primeiramente, a ocupação das baixadas e áreas de várzea, que resultou em uma grande quantidade de interferências concentradas em faixas estreitas, como sistema viário, ferroviário e equipamentos urbanos. Some-se a isto que a expansão urbana ocorreu, principalmente, pela ocupação dos morros e pela construção de aterros sobre o mar e sobre áreas de mangue. A ocupação dos morros gerou incrementos na formação de sedimentos, com consequente assoreamento e redução de

capacidade dos canais. A construção de aterros sobre o mar e áreas de manguezais implicou em obras de retificação e prolongamento dos canais em longos trechos com declividades muito baixas ou nulas. Em geral, essas obras de canalização resultaram na concentração dos pontos de lançamento, agravando a ocorrência de inundações em diversos pontos da cidade do Rio de Janeiro.

Em uma das áreas mais atingidas a prefeitura decidiu combater as enchentes através do reforço de galerias, desvio de canais e, principalmente, utilização de reservatórios de detenção.

Os locais escolhidos para a implantação de reservatórios estão inseridos na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue, que é uma sub-bacia da Bacia Hidrográfica da Baía de Guanabara, e está localizada na porção oeste da Bacia Hidrográfica da Baía da Guanabara. A Bacia do Canal do Mangue tem área de drenagem de 45,43 km² e seus principais cursos d'água afluem para o Canal do Mangue (canal artificial criado para receber as águas dos rios da bacia em uma das tentativas de resolução dos problemas de drenagem da localidade) que, por sua vez, deságua na Baía de Guanabara.

A bacia é caracterizada por forte declividade, com cotas que variam entre 1022 metros, no alto do maciço da Tijuca, e -3 metros, na foz do Canal do Mangue, na Baía de Guanabara. Na bacia estão localizados importantes equipamentos urbanos, como a sede da Prefeitura Municipal, o estádio do Maracanã e o Sambódromo, além de sistemas viários fundamentais para a cidade, como a Avenida Radial Oeste, Avenida Presidente Vargas, Praça da Bandeira e linhas férreas de metrô e trem.

De acordo com a Prefeitura da cidade do Rio de Janeiro, a reservação na macrodrenagem constitui uma alternativa de solução estrutural que visa restituir ou fornecer à bacia um amortecimento dos picos dos hidrogramas e um retardo no tempo de concentração da bacia hidrográfica, a fim de promover uma adequação das vazões de projeto às capacidades de escoamento dos canais da macrodrenagem. A reservação artificial é feita por meio de reservatórios de detenção, que armazenam os volumes de cheia durante os eventos de maior intensidade, e devolvem estes volumes ao curso d'água, em condições condizentes com a capacidade da calha, por meio de gravidade (reservatórios *on-line*) ou por bombeamento (reservatórios *off-line*).

O reforço hidráulico de galerias e canais constitui uma alternativa hidráulica que visa aumentar a capacidade do canal, e que é viável quando há área disponível para tanto e, principalmente, quando sua aplicação não constitui incremento de vazões a jusante, agravando o problema de inundações em bacias adjacentes. No caso da Bacia do Canal do Mangue, cujo exutório é a Baía de Guanabara, a prefeitura da cidade afirma que esta alternativa se torna particularmente aplicável, uma vez que tem menor potencial

para causar impacto negativo nas áreas de jusante. Da mesma forma, o desvio de cursos d'água com alteração de seu exutório para a baía, em lugar dos exutórios atuais, nos canais da macrodrenagem, também está sendo uma alternativa considerada.

A Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue tem suas principais restrições de escoamento nas áreas baixas e em seções restritivas nos canais da macrodrenagem, tais como pontes, travessias e trechos de galeria.

O projeto na cidade do Rio de Janeiro está em fase de implantação. O reforço de galerias ainda está sendo feito, e dos cinco reservatórios a serem implantados previstos no projeto apenas um já está em fase de funcionamento, e foi inaugurado em dezembro de 2013. A localidade onde está o único reservatório inaugurado ainda não recebeu altos índices de precipitações que costumam alagar a área, por isso ainda não se sabe se a eficiência do reservatório será satisfatória.

Considerações finais

Em países pobres, diversos problemas socioeconômicos e socioambientais são gerados e incrementados a partir do crescimento da população urbana e das cidades, como, por exemplo, as enchentes urbanas, o que invariavelmente proporciona entraves à qualidade de vida desses novos habitantes das cidades,

Sendo em evento que abrange diversas áreas de conhecimento e envolve inúmeros fatores causais, não restam dúvidas que tratar a questão das enchentes urbanas implica em agregar diferentes profissionais técnicos e acadêmicos. Infelizmente, no Brasil, domina o pensamento das autoridades públicas – e mesmo o senso comum – que a solução dos problemas causados pelas enchentes passa apenas pela realização de obras nos canais de drenagem – as chamadas medidas estruturais.

No caso dos reservatórios para armazenagem de água das chuvas, observam-se situações distintas nos casos mencionados. No caso de São Paulo, os resultados obtidos não alcançaram o sucesso esperado no combate às enchentes. Uma série de fatores contribuiu para que os reservatórios não funcionassem da maneira que deveriam, porém, não há como condenar a escolha pela utilização dos reservatórios se estes não funcionaram em plena capacidade. Unicamente colocar os piscinões para receber as águas das chuvas não resolverá o impacto – é necessário implementar uma série de ações conjuntas por parte dos órgãos competentes. Se o plano conjunto for executado e mesmo assim não se alcançar o resultado aguardado, nesse caso sim, será mais prudente condenar o projeto.

No caso de Tóquio, o governo japonês conseguiu pôr em prática todo o plano previsto no projeto e assim observar os resultados de acordo com a metodologia proposta para assim classificar a experiência como positiva.

No Rio de Janeiro, há uma desconfiança de alguns estudiosos em relação a real intenção do governo em resolver as questões pois a cidade vem sendo sede de diversos eventos de nível internacional, então não se sabe se as obras implantadas são para a cidade ou para os eventos. Contudo, ainda é cedo para se saber se o projeto alcançará o objetivo de eliminar definitivamente os problemas de enchentes da localidade.

A opção por implantação de reservatórios no combate a enchentes urbanas por muitas vezes é alvo de desconfiança de sua eficácia, devido à grande quantidade de fatores que envolvem grandes obras em espaços urbanos, como a falta de área livre e os impactos ambientais. Porém, com a exposição dos três casos anteriormente, entende-se que a distinção de localidades e situações permite concluir que a singularidade de cada caso vai contra uma postura de pré-julgamento negativo ou positivo sobre a utilização desse tipo de mecanismo. É importante compreender que projetos de drenagem urbana exigem uma visão integrada sobre as questões envolvidas, principalmente em relação a medidas estruturais e não estruturais.

O volume de água a ser contido para a não ocorrência da inundação ou enchente deve ser trabalhado junto a outras medidas, como: a desocupação das encostas; despoluição, desassoreamento dos rios e não destruição das matas ciliares; diminuição do solo urbano impermeabilizado e aumento da capacidade de infiltração da água; constante monitoramento da dinâmica climática; utilização de alertas e avisos a população sobre fortes chuvas; um plano de educação ambiental que trabalhe na população, dentre outras coisas, a importância do destino adequado do lixo; planejamento urbano e ambiental que adequa a cidade as suas reais condições, urbanas, sociais e climáticas; dentre muitas outras medidas estruturais ou não estruturais que podem ser de extrema importância em drenagem urbana.

Independentemente da alternativa escolhida para o combate às enchentes, sejam elas de cunho estrutural ou não estrutural, é fundamental que haja um ponto de vista holístico por parte dos envolvidos no projeto – nos quais, a inserção de profissionais de geografia é premente – e que o aspecto técnico de implantação não seja o único a ser estudado.

REFERÊNCIAS

AMANTE, F. O. *A água no espaço urbano: uma abordagem sócio-ambiental e sua aplicação à Grande Tijuca – Rio de Janeiro (RJ)*. 2006. 202 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2006.

CANHOLI, A. P. *Drenagem urbana e controle de enchentes*. São Paulo: Oficina de Textos, 2005. 302 p

COSTA, A. J. S. T. *Os caminhos da exclusão hidrológica no Rio de Janeiro (RJ)*. 2010. 210 f. Tese (Doutorado em Ambiente e Sociedade) – Programa de Pós-Graduação do Instituto de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Estadual de Campinas, 2010.

OLIVEIRA, Bernardo Régis Guimarães. *Alterações antrópicas em cursos d'água em ambiente urbano: um estudo de caso na Bacia Hidrográfica do Canal do Mangue – Rio de Janeiro (RJ)*. 2011. 73 f. Monografia (Especialização em Análise Ambiental e Gestão do Território) – Escola Nacional de Ciências Estatísticas, Rio de Janeiro, 2011.

PMSP/FCTH. *Diretrizes Básicas para Projetos de Drenagem Urbana no Município de São Paulo*. São Paulo: PMSP/FCTH, 1999. 289 p.

ROCHA, I. V. S. *Enchente urbanas: a implantação de reservatórios de retenção na bacia do Canal do Mangue na cidade do Rio de Janeiro – um estudo de caso*. 2015. 107 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade do Estado do Rio de Janeiro, 2015.

SANTOS, A. R. dos. *Enchentes e deslizamentos: causas e soluções*. São Paulo: Pini, 2012. 128 p.

TUCCI, C. E. M. *et al. Drenagem urbana*. Porto Alegre: ABRH/Editora da Universidade/UFRGS, 1995. 428 p.

TUCCI, C. E. M. *Gestão de Águas Pluviais Urbanas*. [S.l.]: Ministério das Cidades – Global Water Partnership – World Bank – Unesco, 2005. 270 p.

TUCCI, C. E. M. Inundações urbanas. I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE DESASTRES NATURAIS. 2004. Florianópolis. *Anais [...]*. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. CD-ROM.

VIANI, G. S.; CESAR, R. T.; RODRIGUES, R. M. SEMINÁRIO: EXPERIÊNCIAS INTERNACIONAIS PARA GESTÃO DA ÁGUA: JAPÃO. 2008. São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: Departamento de Engenharia de Hidráulica e Ambiental, Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2008.

OS COMPONENTES SOCIAIS E O USO DE IMAGENS-ALVO PARA A REQUALIFICAÇÃO FLUVIAL

*Social components and the use of
target images for river restoration*

*Julia Roizemberg Bahiana
Aline Pires Veról
Noêmia de Oliveira Figueiredo*

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Introdução

A pesar dos diferentes históricos de ocupação e de diferentes políticas públicas de planejamento e gestão de território, os rios urbanos de todas as conformidades carregam objetiva relevância histórica e ambiental na ciência. No entanto, a degradação e o desaparecimento desses corpos d'água como elemento estruturante da paisagem urbana ainda é uma situação comum. Com a recorrente expansão urbana e o planejamento urbano inadequado às suas conformações, muitos rios passaram a ser limitados apenas à função de drenagem, e, nos piores casos, passaram a ser usados como depósito de lixo e de efluentes domésticos e industriais, além de terem suas margens alvo de ocupação de risco, tornando-os marginais à própria cidade.

Nesse cenário, a percepção coletiva sobre os rios urbanos muitas vezes é de que não há nada de natural neles. A solução desejada para esses “espectros do passado” tem sido muitas vezes a canalização subterrânea. Essa é uma alternativa que diminui os valores ambientais e cria condições de manutenção caras e desafiadoras (ANAWAR; CHOWDHURY, 2020). Assim, os esforços de requalificação fluvial urbana surgem como uma alternativa para equilibrar as necessidades humanas e a dinâmica natural da água nas áreas urbanas, enfrentando o risco de inundações por meio de soluções mais integradas e sustentáveis (VERÓL *et al.*, 2020). A ideia é recuperar ao máximo a qualidade ambiental dos ecossistemas vinculados às demandas socioespaciais e econômicas das comunidades locais. No entanto, o ambiente urbano altamente modificado representa um desafio significativo para este processo. Além disso, não se pode desconsiderar que as conformidades urbanas, nas quais os rios estão inseridos, também englobam valores e demandas sociais,

culturais e históricas que devem ser considerados conjuntamente na busca de um melhor cenário.

Este capítulo encaixa-se como reflexão teórica de uma pesquisa maior, que entende que as ações de requalificação de rios urbanos são favorecidas com a aceitação e o apoio dos agentes sociais e que a construção de imagens do rio, com o resgate de suas diferentes características, pode gerar uma percepção oposta ao estigma de “valão”, decorrente de sua degradação. Neste cenário, encontra-se o desafio de sensibilizar os diferentes agentes sociais envolvidos nos processos de transformação do território. Propõe-se, então, uma estrutura conceitual que abarque a inserção do componente social representativo em imagens compartilhadas e prospectivas para subsidiar a tomada de decisões no processo projetual de requalificação fluvial, utilizando como estudo de caso a Sub-Bacia do Rio Piraquara, localizada no bairro de Realengo, no município do Rio de Janeiro-RJ.

Requalificação fluvial: conceitos teórico-metodológicos

A proposta de requalificação fluvial aqui abordada visa recuperar a qualidade ambiental dos rios para alcançar um equilíbrio entre as demandas e as necessidades naturais e humanas (CIRF, 2006). Além disso, também identifica oportunidades para enfrentar os problemas relacionados à degradação fluvial de maneira menos onerosa (CIRF, 2006). Quatro pilares fundamentam o conceito da requalificação de rios, de maneira geral:

1. Melhoria dos ecossistemas fluviais;
2. Melhoria da qualidade da água;
3. Redução do risco hidráulico;
4. Recuperação geomorfológica.

Veról *et al.* (2020) dividiram, ainda, as práticas de requalificação fluvial em dois grupos:

- i. o de ações estruturais, como remoção de elementos de risco, restauração da vegetação, melhoria da qualidade da água e busca da morfologia mais natural dos rios; e,
- ii. o de ações não estruturais, envolvendo o desenvolvimento da consciência social sobre o valor dos cursos d'água, planejamento participativo, educação ambiental, acessibilidade à informação, entre outras.

Apesar de ter sido identificado quatro pilares fundamentais ao conceito da requalificação fluvial, diversos autores indicam que não deve haver um ponto final universalmente aplicável para ações de requalificação, dadas as diferenças regionais (HE *et al.*, 2019). A requalificação dos limites físicos e características originais do rio pode não necessariamente ser considerada

a melhor resposta nos dias de hoje, uma vez que a resiliência de um curso d'água é um conceito dinâmico, que depende da escala de tempo e de variáveis-chave (TULLOS *et al.*, 2021). Isso vale, especialmente, para os rios urbanos, que carregam uma camada a mais de variáveis para a equação, dada sua inserção no complexo sistema urbano que faz incorporar funções sociais e culturais para além de suas características naturais (KONDOLF; PINTO, 2017).

Em linha com o reconhecimento da dinamicidade, no tempo e no espaço, da resiliência de um curso d'água, Palmer *et al.* (2005) propuseram critérios para medir o sucesso de projetos de requalificação fluvial. Esse sucesso é avaliado a partir de três perspectivas: das partes interessadas¹⁰, que reflete a satisfação humana com o resultado; do sucesso da aprendizagem, que reflete avanços no conhecimento científico e práticas de gestão que beneficiarão ações futuras; e do sucesso ecológico, que deve ser o principal objetivo de um projeto de requalificação fluvial (PALMER *et al.*, 2005). As três perspectivas deveriam, então, ser consideradas conjuntamente em projetos de requalificação fluvial, refletindo então, em uma imagem-alvo, que envolva a determinação de objetivos gerais para o resgate da condição mais dinâmica e saudável possível no âmbito local. Para construir essa imagem-alvo, Palmer *et al.* (2005) sugerem identificar alguns aspectos, como o estabelecimento das condições anteriores à degradação, por meio de informações históricas, como imagens de satélite, mapas e registros de pesquisas terrestres e biológicas. Portanto, a definição dessa imagem-alvo para o projeto de requalificação fluvial, com sinergias para alavancar a qualidade de vida em seu entorno, pode trazer importantes benefícios no contexto de ações não estruturais. Nesse sentido, porém, Wenger *et al.* (2009) ressaltam a limitação dos cientistas envolvidos com a ecologia dos rios urbanos quanto à variabilidade de condições políticas e normas culturais que influenciam as soluções adotadas para solucionar os problemas relacionados ao escoamento hídrico urbano. Este capítulo foca nas duas últimas condições supracitadas, uma vez que se acredita ser mais viável envolver a participação social e compartilhar responsabilidades em uma imagem comum que represente e acomode os desejos dos diferentes agentes sociais. Agentes esses cujas ações sobre o suporte físico promovem interações que resultam no produto “cidade” (SANTOS, 2006).

Nardini e Conte (2021) identificam essas ações antrópicas no ambiente como a maior dificuldade na tomada de decisão para a requalificação de rios, objetos de estudo tão dinâmicos, principalmente em ambiente urbano. Por isso, Nardini e Conte (2021) sugerem três critérios que podem ser usados para

10 Tradução livre para o termo “stakeholders”.

o desafio do processo decisivo: o critério “*semelhança*”, em que se identifica semelhança tipológica de forma qualitativa ou quantitativa para com outros rios, apesar de ser um critério limitado; o critério “*conhecimento científico*”; e o critério “*história do rio*”, que vale ser destacado no contexto do presente capítulo. Para simular como o rio “seria hoje”, é importante mapear as mudanças ao longo do tempo e identificar os impactos significativos até o presente. Desenvolve-se, com isso, narrativas históricas do rio capazes de funcionar como suporte para a construção de uma “teoria interpretativa” que capture e destaque os principais fatores e processos causais. Esse processo deve incluir a coleta de dados históricos por meio de fotografias aéreas, mapas, relatórios, relatos históricos e conhecimento popular tradicional. A narrativa criada pela teoria interpretativa deve considerar, principalmente, e na proposição de uma projeção final do rio requalificado, cenários sensíveis suscetíveis a mudanças (NARDINI; CONTE, 2021).

Nesse sentido, Kondolf e Pinto (2017) chamam atenção para a ideia de conectividade social, em analogia com o conceito de conectividade fluvial física (transversal, longitudinal e vertical) extraída da literatura científica ambiental. Apesar dessas interações sociais serem determinantes nas paisagens ribeirinhas, os trabalhos nos domínios geomórfico, hidrológico e ecológico frequentemente não as contemplam (KONDOLF; PINTO, 2017). A conectividade social diz respeito à “comunicação e movimento de pessoas, bens, ideias e cultura ao longo e através dos rios” (KONDOLF; PINTO, 2017). Na Europa, a Diretiva-Quadro Água (2000) confirma a importância das conexões sociais e culturais nos esforços de requalificação fluvial por meio das considerações (1) e (46), nas quais afirma-se, respectivamente, que a água é entendida como um patrimônio, e não um produto comercial, e que deve ser assegurado o envolvimento do público antes das decisões finais sobre as medidas necessárias.

Burch *et al.* (2020) evidenciam a limitação quanto ao estudo das perspectivas culturais das comunidades, ou preferências socioculturais em relação aos serviços ecossistêmicos. A avaliação dos benefícios da natureza no bem-estar social, em contato com os próprios agentes sociais, como método para subsidiar a tomada de decisões está se tornando cada vez mais popular dentre os esforços de requalificação fluvial (BURCH, *et al.*, 2020). No entanto, esse método costuma limitar-se à avaliação biofísica (ou da capacidade de um ecossistema fornecer um serviço) e no valor econômico de um serviço ecossistêmico para as comunidades locais. Visto que os valores dos serviços ecossistêmicos variam entre diferentes agentes sociais em variados contextos culturais e que a integração desses diversos valores é fundamental na tomada de decisões políticas relevantes, métodos como a chamada avaliação quanto

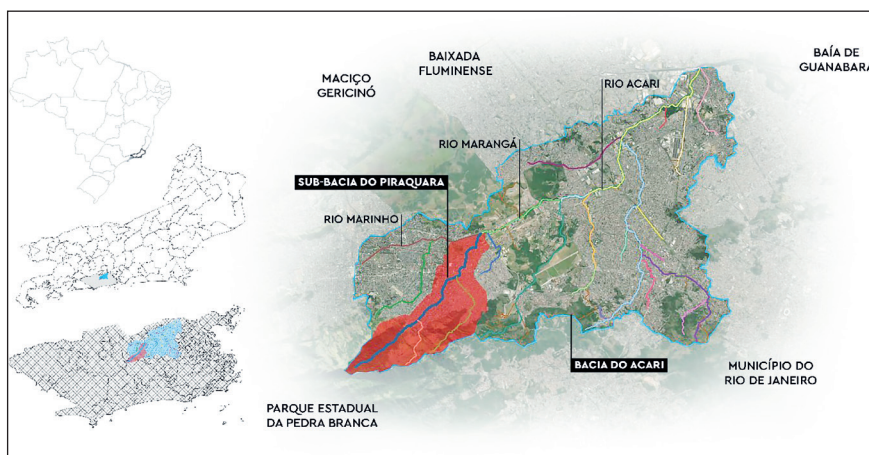
à disposição a pagar¹¹ podem auxiliar na construção de um retrato mais preciso do valor atribuído pelas partes interessadas aos ecossistemas (BURCH, *et al.*, 2020). Entretanto, em países em desenvolvimento, esta metodologia pode acabar gerando dificuldades de avaliação, uma vez que a população mais carente pode não ter disposição a pagar, por falta de recursos mesmo para as suas necessidades mais básicas.

Caso de referência: a sub-bacia do Rio Piraquara

Informações gerais

O Rio Piraquara nasce dentro do Parque Estadual da Pedra Branca (PEPB), conformando a sub-bacia norte do Parque, que drena a área urbanizada de Realengo, e deságua na Baía de Guanabara (INEA, 2013). É afluente do Rio Acari, cuja Bacia Hidrográfica (OLIVEIRA, 2018) abrange 31 bairros, incluindo Realengo. O Rio Piraquara corta o bairro por aproximadamente 6km, até que encontra o Rio Marinho, na altura da Avenida Brasil e, juntos, conformam o Rio Marangá. A Figura 1 apresenta sua localização em relação à Bacia do Rio Acari.

Figura 1 – Localização da Sub-Bacia do Rio Piraquara



Fonte: Autoral (2022).

A escolha do estudo de caso é reflexo de uma combinação de questões: a condição urbana densa que confina o rio; as características fluviais mais preservadas na nascente, em Unidade de Conservação, em contraponto ao

11 Tradução livre para a expressão "willingness to pay" do inglês;

seu estado degradado e altamente modificado ao adentrar o tecido urbano; os recorrentes eventos de extravasamento do corpo hídrico, que afetam as condições humanas e materiais; e, por fim, o senso de comunidade dos moradores locais, que compartilham memórias e conhecimentos, assim como a luta a favor da preservação da memória e das condições ecológicas da região. Com uma rápida consulta por redes sociais e *websites* sobre o bairro de Realengo, encontra-se população e conhecedores da área compartilhando histórias, fotos e desejos sobre a região. A Figura 2 apresenta um trecho da página Memórias do Subúrbio Carioca na rede social ‘Facebook’, com comentários da população sobre imagem tirada em 1966, do então recém canalizado Rio Piraquara. Nessa pequena amostra, observam-se tanto comentários saudosos, de quando o rio ainda não era canalizado, quanto comentários críticos quanto à situação atual de degradação do rio.

Figura 2 – Acervo fotográfico do Arquivo Nacional (sem identificação) reproduzido pela página Memórias do Subúrbio Carioca (2019)



O Parque Estadual da Pedra Branca, onde localiza-se a nascente do Rio Piraquara, é um grande marco na paisagem e no sistema de espaços livres. Se dá como o principal espaço público de recreação do recorte de estudo e foi criado em 1974, dez anos depois do processo de determinação da área como Unidade de Conservação. Em 2000, com a aplicação da Lei nº 9.985 (BRASIL, *s.d.*), instituiu-se o Sistema Nacional das Unidades de Conservação (SNUC), do qual o Parque faz parte. Este evento impulsionou a revitalização do Parque, visando, por um lado, proteger a sua biodiversidade e, por outro, dispor de ambientes de lazer em contato com a natureza para a população local.

Além dos atributos ecológicos e paisagísticos, o Parque, conta com atrativos históricos, como, por exemplo, o aqueduto da década de 1960, ainda

ativo no Núcleo Piraquara, e diversos reservatórios de água históricos. No entanto, a construção da Unidade de Tratamento Camorim e da Represa do Pau da Fome, em 1908, foi o que marcou o desejo de proteger os mananciais da região (INEA, 2013).

Além de compreender a região mais a montante da Bacia Hidrográfica do Rio Acari, a sub-bacia em estudo compreende a maior parte de suas nascentes em Áreas de Proteção Ambiental, onde o rio mantém seu traçado sem desvios artificiais e com águas limpas. Devido à sua maior declividade e altitude, ela está propensa a pouco tempo de concentração de água, maiores vazões de pico e maior movimentação de sedimentos. A proporção de espaços verdes disponíveis contribui para a dinâmica hidrológica natural, refletida nas áreas de várzea (OLIVEIRA, 2018). No entanto, é notável a influência da malha urbana na modificação do Rio Piraquara e seus afluentes, uma vez que os trechos vegetados localizados em Áreas de Proteção Ambiental tornam-se impermeabilizados e canalizados ao entrar na área urbana. Nesta região, predomina a zona residencial, com ocupações regulares e irregulares, na qual algumas áreas alagam devido à sua topografia acidentada.

Diagnóstico técnico

Aspectos relacionados à qualidade da água

A boa qualidade da água na nascente do Rio Piraquara, inserida em Unidade de Conservação, não se mantém quando encontra o tecido urbano onde há “claros indícios de poluição devido à interferência do homem” (INEA, 2013). Segundo Martins *et al.* (2017), apesar do forte indício de degradação ambiental observado na região, com o lançamento de grande parte dos efluentes domésticos nos corpos hídricos, não havia, até 2017, nenhum histórico de monitoramento de qualidade de água. A poluição foi ratificada com a coleta de amostras em 2017, indicando, inclusive, que até mesmo o ponto a montante da ocupação urbana apresentava classificação “Ruim”; levando à conclusão de que a melhoria da qualidade da água requer a adoção de políticas públicas que envolvem não só questões técnicas e econômicas, mas também questões culturais complexas (MARTINS; AZEVEDO; FIGUEIREDO, 2017).

Aspectos relacionados ao risco hidráulico

O último evento de grande impacto do extravasamento das águas do Piraquara pelo tecido urbano ocorreu entre os dias 29/02/2020 e 01/03/2020, com uma chuva constante que causou consequências em diversos bairros

do município, especialmente em Realengo. A Figura 3 apresenta fotos de momentos após o evento de 2020, destacando os impactos no Rio Piraquara e nas suas margens.

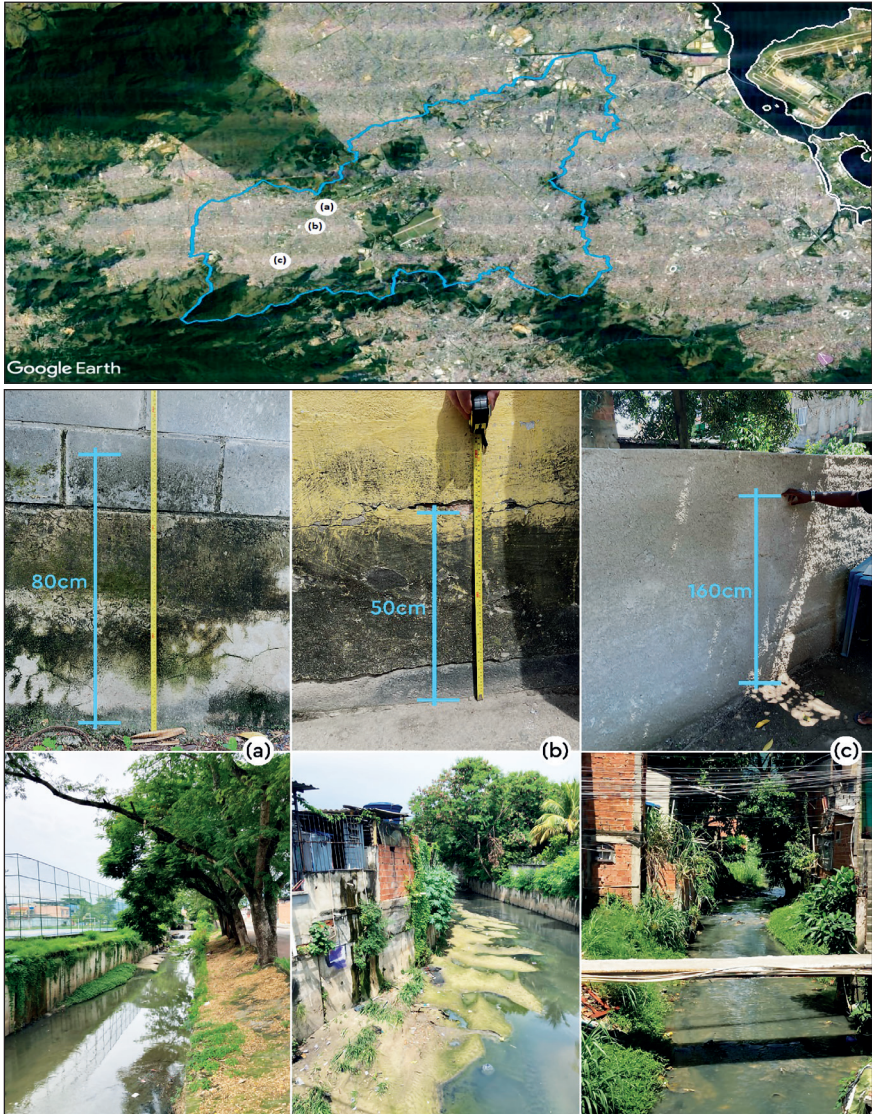
Figura 3 – Fotos obtidas em vistoria no bairro de Realengo



Fonte: Acervo da Rio-Águas (2020).

Em nova visita realizada no dia 22 de fevereiro de 2022, foi possível constatar a recorrência desse tipo de evento de degradação no local. Ao conversar informalmente com moradores de diferentes pontos ao longo do rio, alguns registros acerca da altura e frequência com que as águas atingem as residências foram feitos e estão apresentados na Figura 4. O ponto (a), com marcas d'água de altura igual a 80cm, está localizado no encontro entre as ruas Ernesto Ribeiro e Monsaras, onde o rio aparenta ter 11m de largura e é canalizado; o ponto (b), com marcas d'água de altura de 50 cm está localizado na Vila Moema, no ponto mais próximo com o rio, que aparenta ter 8m de largura; já o ponto (c), com marcas d'água de altura de 160cm está localizado no encontro entre as Ruas Birigui e Biguaçu, onde o rio aparenta ter apenas 4m de largura. Em relação a este último ponto, cabe ressaltar a indicação de um morador sobre a altura que a água do Rio Piraquara atingiu no último evento de cheia, em janeiro de 2022. Depois do evento, ele e seus familiares construíram um novo muro, adjacente ao trecho mais confinado do Rio Piraquara ao longo de toda a sua extensão.

Figura 4 – Fotos obtidas em vistoria no bairro de Realengo em fevereiro de 2022; (a) na Rua Monsaras o rio passa paralelo a um espaço livre de lazer relevante e segue por baixo do Corredor Presidente Tancredo Neves onde encontra um grande lote industrial; (b) na Vila Moema, o rio cruza a linha do trem e a paisagem é marcada pelos dois elementos – rio e ferrovia; (c) na Rua Limites o rio passa subterrâneo em trechos, mas sempre comprimido por uma ocupação residencial irregular



Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Fonte: Autorial (2022).

Aspectos relacionados às alterações geomorfológicas

A caracterização do risco hidráulico evidenciadas no que a Figura 4 sintetiza, pode ser relacionada diretamente às alterações geomorfológicas no Rio Piraquara por contribuírem para a recorrência de enchentes. Além da falta ou rigidez nas infraestruturas de controle de enchentes, casos como o de estudo comumente carecem de proteção da qualidade ambiental diante das constantes alterações físicas, o que inclui os problemas recorrentes relacionados às cheias urbanas. A canalização e retificação de rios e uso de drenagem artificial no sistema hídrico são soluções da engenharia rígida que marcaram a viabilidade da expansão urbana. Em Realengo, a história não foi diferente. A partir de 1930, com a elaboração do Plano Agache de urbanização, com foco nos problemas sanitários e no desenvolvimento de soluções para os problemas de cheias, a abertura de avenidas esteve associada diretamente à canalização de diversos rios na cidade, como é o caso do Rio Piraquara (CONSORCIO HIDROSTUDIO – FCTH, 2014).

Aspectos relacionados às alterações no ecossistema fluvial

Outro problema relacionado à canalização de rios, é a sua decorrente perda de biodiversidade. Perini e Sabbion (2017) destacam que as práticas de engenharia rígida como mecanismos de controle de enchentes, comprometem o estabelecimento da vegetação ripária, implicando em uma redução significativa dos habitats locais. No entanto, a presença da vegetação ao longo das margens de rios, além de contribuir para a condição de equilíbrio das águas (GORSKI, 2010), também é capaz de aliviar os sistemas de drenagem, uma vez que o aumento da permeabilidade dos solos auxilia na infiltração durante a ocorrência de chuvas (HERZOG, 2009). No caso do Rio Piraquara, é possível notar que, além da boa qualidade da água, os trechos vegetados localizados em Unidades de Conservação Ambiental também se perdem ao adentrar a densa área urbana de Realengo.

Busca de soluções para o Rio Piraquara

De acordo com os quatro pilares da requalificação fluvial (VERÓL *et al.*, 2020) e com as informações apresentadas no item anterior, foi estruturado o Quadro 1, no qual estão listadas as principais características de degradação na Sub-bacia do Rio Piraquara, bem como as correlatas propostas para mitigação das questões levantadas, identificadas em três pesquisas pregressas. Observa-se que, além de elencar os principais eventos de transformação do espaço físico, os objetivos estabelecidos nos trabalhos pesquisados, são consistentes com os principais problemas de alteração dos corpos hídricos da sub-bacia em estudo.

Quadro 1 – Quadro Síntese com as alterações identificadas na Sub-Bacia do Rio Piraquara e propostas correlatas identificadas em pesquisas progressas

	Alterações sofridas	Propostas
(1) Qualidade da água	<ul style="list-style-type: none"> – Lançamento irregular de matéria orgânica <i>in natura</i> no rio; – Lançamento irregular de resíduos sólidos no rio. 	<ul style="list-style-type: none"> – Conexão do parque fluvial com o PEPB para melhoria da qualidade da água e aumento da biodiversidade (GOMES <i>et al.</i>, 2021); – Implementação de plano de monitoramento da qualidade da água, estímulo à capacidade de autodepuração (MARTINS; AZEVEDO; FIGUEIREDO, 2017).
(2) Características geomorfológicas	<ul style="list-style-type: none"> – Adoção de alternativas de engenharia rígida para o controle de enchentes; – Ocupação irregular de margens; – Desequilíbrios na bacia levando ao assoreamento ou erosão do rio; 	<ul style="list-style-type: none"> – Realocação de população em risco considerando o senso de pertencimento e apropriação do território (GOMES <i>et al.</i>, 2021); – Construção de parque fluvial para solucionar problemas de macrodrenagem, com possibilidade de reconexão do rio com a planície de inundação (GOMES <i>et al.</i>, 2021).
(3) Risco hidráulico	<ul style="list-style-type: none"> – Vazão natural alterada (escoamento superficial intensificado); – Ocupação irregular das margens e planícies de alagamento, reduzindo o espaço para a dinâmica natural do rio e expondo a população. 	<ul style="list-style-type: none"> – Soluções multifuncionais integradas ao sistema de espaços livres como bacias de retenção, retenção e alagados construídos (GOMES <i>et al.</i>, 2021); – Implementação de três reservatórios de amortecimento de cheias ao longo do rio que podem contribuir para a reversão das modificações introduzidas no ciclo hidrológico pela urbanização (CONSORCIO HIDROSTUDIO – FCTH, 2014).
(4) Ecossistemas fluviais	<ul style="list-style-type: none"> – Desmatamento da vegetação ciliar; – Perda da biodiversidade, ocasionando a alteração do ecossistema fluvial; – Canalização dos rios com perda de diversidade. 	<ul style="list-style-type: none"> – Recuperação da mata ciliar ao longo de corredores verdes construídos (GOMES <i>et al.</i>, 2021); – Construção de corredor fluvial como calha secundária dos cursos d'água a serem incorporadas ao sistema de espaços livres (GOMES <i>et al.</i>, 2021).

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Há dez anos, Realengo é pauta de discussões ambientais nas políticas públicas da Prefeitura Municipal do Rio de Janeiro (PMRJ) por força comunitária de movimentos como o ‘Parque de Realengo 100% Verde’, o ‘SOS Floresta do Camboatá’ e o ‘Baía Viva’. Com a mobilização de moradores, instituições sociais e religiosas, ativistas pelas pautas ecológicas e até comerciantes locais, foi possível avançar, em diversas instâncias, no projeto de um Parque público. No coração de Realengo, em lote paralelo ao Rio Piraquara canalizado e confinado, os agentes sociais mobilizaram secretarias da Prefeitura do Rio de Janeiro de maneira formal (por meio de audiências públicas) ou

informal (com a distribuição de folhetos de mão em mão em agendas políticas) para a implantação de áreas de lazer, horto florestal e de educação ambiental. A Figura 5 apresenta justamente um dos folhetos distribuído em 2021 pelo Centro Integrado de Ação Social e Ambiental, Realengo/Barata do Núcleo de Proteção Comunitária sobre a importância da requalificação ambiental na área em decorrência dos desastres relacionados ao extravasamento do Rio Piraquara.

Figura 5 – Folheto distribuído em 2021



Fonte: Digitalizado pelas autoras (2022).

No folheto, é possível ver imagens ressaltando a recorrência dos eventos de enchente no local e a já estabelecida relação destes com a necessidade de requalificação socioambiental, por parte da comunidade responsável pela produção do folheto. Nele, pode-se destacar também os objetivos do grupo para além da necessidade de requalificação local. Os trechos que relacionam a requalificação socioambiental à melhoria da qualidade de vida, bem como a necessidade da educação e conscientização ambiental da comunidade para garantir o sucesso das ações de requalificação são destacadas na citação a seguir, retirada da primeira página do folheto apresentado na Figura 5:

VISÃO: Ser reconhecida pela população como uma organização que **busca resultados socioambientais claros, para melhoria da qualidade de vida** da comunidade em sua área de influência.

MISSÃO: Realizar ações e projetos de proteção comunitária envolvendo ações de Segurança, Meio Ambiente, Saúde e Responsabilidade Social com **caráter educacional dirigidos à população, que possam constituir experiências bem-sucedidas criando uma mudança comportamental, assegurando direito à cidadania para as gerações presentes e futuras** (Centro

Integrado de Ação Social e Ambiental, Realengo/Barata do Núcleo de Proteção Comunitária, 2021).

Segundo relatório *on-line* da Câmara Municipal de audiência pública sobre Construção de parque verde em Realengo, a Vereadora e Arquiteta Urbanista Tainá de Paula, declarou que o Rio de Janeiro vive com dificuldade de “atender a práticas ambientais socialmente referenciadas” (CMRJ, 2021). A questão da falta do componente social nos processos de desenvolvimento de projetos identificada em escala global, também ocorre em escala local. A Figura 6 apresenta um compilado de imagens de divulgação do movimento “Parque Realengo 100% Verde” a favor da requalificação socioambiental em Realengo, extraído de páginas da web (QUEREMOS O PARQUE DE REALENGO VERDE), perfil na rede social “Facebook” (PARQUE DE REALENGO VERDE, 2014) e noticiário (JORNAL REALENGO EM PAUTA, 2011). O terreno ao qual o movimento se refere, para implementação do Parque Realengo Verde, além de estar inserido na Sub-Bacia do Rio Piraquara, localiza-se na Rua Prof. Carlos Wenceslau, próximo às principais vias arteriais do bairro. É uma área que ainda preserva resquícios de sua ocupação anterior, a antiga Fábrica de Cartuchos.

Figura 6 – Montagem autoral com imagens recolhidas nos sites do movimento “Parque Realengo 100% Verde” (2022)



Fica evidente, com a apresentação da Figura 6 sobre o caso de referência, a importância das imagens para a comunicação entre os agentes sociais nos processos de projeto, principalmente no contexto complexo de requalificação da paisagem fluvial. Nas imagens, é possível observar a territorialização de desejos da comunidade em estudo, interações políticas quanto às respostas da população e o uso predominante da cor verde como elemento chave.

A compreensão sobre a percepção dos agentes sociais

Diante dos objetivos gerais da pesquisa, que englobam as reflexões apresentadas neste texto, estão incluídos a identificação das mudanças de traçado do Rio Piraquara conforme os eventos de transformação do território, assim como as representações sociais locais (toponímias, mapas, imagens de divulgação e demais registros visuais de expressão da transformação desse território) corroborando com o resgate da imagem do Rio Piraquara, em contraponto ao estigma de “valão” ou apenas “canal”, decorrente de sua degradação.

A princípio, pode-se identificar alguns agentes sociais de maior relevância na produção do espaço: Coletivo Memórias do Subúrbio, Coletivo Realengo-Verde, Parque Municipal da Pedra Branca (como instituição), Instituto Federal do Rio de Janeiro (IFRJ) Realengo, Militares (como instituição, poder de voz e expressividade no mapeamento de uso do solo), Prefeitura do Rio de Janeiro, Fundação Rio-Águas, agentes envolvidos nos CIEPs, Conjuntos Habitacionais e, mais especificamente, a COHAB, como referência na paisagem, agentes envolvidos nas Igrejas, a população residente, comerciantes, turistas das trilhas do Aqueduto e da Floresta do Piraquara.

A estrutura conceitual de leitura da paisagem discutida é proposta aqui como passo anterior à aplicação de um questionário aos agentes sociais identificados no recorte de estudo, como forma de avaliação contingente relativa ao projeto de requalificação fluvial. A discussão conceitual é tecida, pois, como proposta de melhor direcionamento no entendimento da paisagem, do elenco de agentes sociais e seus possíveis benefícios com a realização da requalificação da paisagem fluvial degradada. Para isso, a compreensão da percepção dos agentes sociais está organizada em quatro itens, apresentados a seguir:

Eventos como formadores de percepção coletiva e individual

A proteção contra enchentes tem sido a questão central da gestão fluvial nas últimas duas décadas (JUNKER; BUCHECKER; MÜLLER-BÖKER, 2007). O Banco de Dados Internacional sobre Desastres (do inglês, *International Disasters Database*, ou, simplesmente, EM-DAT) mostra que as inundações causaram a maioria dos desastres naturais entre 2007 e 2017 (CRED, 2018).

Apesar da limitação de tempo da referência, é de conhecimento comum que os eventos de inundações não pararam em 2017. Um exemplo disso são as chuvas ocorridas em fevereiro de 2022 na região serrana do Rio de Janeiro, que levaram 232 pessoas a óbito em Petrópolis (RJ) e de. Ainda que, neste caso, obras de drenagem específicas não fossem suficientes para evitar os danos, por conta de questões como a intensidade da chuva e a conformação topográfica da cidade, segundo Martins (NITAHARA, 2022), as perdas materiais e humanas poderiam ter sido amenizadas com medidas como a gestão adequada do espaço urbano, para evitar a ocupação de encostas e margens de rios.

Como desastre global, as inundações são lidas como eventos totalizantes que afetam todos os aspectos da vida humana. Portanto, é inevitável que contribuam para uma memória coletiva (ULLBERG, 2013) e que moldem práticas e ações em busca de soluções sustentáveis, inclusive integrando a gestão da água urbana e o projeto paisagístico (LIU; FRYD; ZHANG, 2019). Num contexto de projeto, seja técnico ou científico, a história e a memória locais podem influenciar mais as percepções dos agentes sociais do que registros mensuráveis (BELL; GRAHAM; WHITE, 2020). No geral, a água em espaços urbanos pode ser percebida tanto como um recurso quanto um perigo à vida e ao patrimônio, assumindo significados opostos.

A percepção coletiva é formada pelos “consumidores” das narrativas

Apesar do número crescente de estudos considerando as preferências das partes interessadas em relação aos esforços de requalificação de rios, o número de grupos de interessados é frequentemente limitado (SYMMANK; PROFETA; NIENS, 2021) ou, em alguns casos, sua participação representa uma parte restrita do processo (KONDOLF; PINTO, 2017). Para compreender as diferentes referências culturais e sua existência social, é possível observar a ordem espacial como reflexo direto delas (B. HILLIER; J. HANSON, 1984 *apud* 2018). Para Bunschoten (1996; 1997) e Bunschoten 1998 *apud* (CORNER, 2011), essa conformação espacial urbana dinâmica é composta pela interação entre diferentes “atores” e “agentes”, que podem ser representados por grupos ambientalistas, proprietários de terras e, muitas vezes, grupos ‘excluídos’ que englobem até mesmo o público local em geral (JUNKER; BUCHECKER; MÜLLER-BÖKER, 2007).

Em Rio e Levi (2006), apresenta-se um estudo sobre projetos participativos que os alunos de pós-graduação do Departamento de Planejamento Urbano e Regional da universidade americana *Cal Poly State University San Luis Obispo*, localizada na Califórnia, desenvolveram com vistas a uma intervenção urbana. Neste projeto, as partes interessadas¹²

12 Tradução livre para “stakeholders”.

puderam opinar e escolher as propostas mais adequadas aos desejos, expectativas e necessidades do grupo. Considerando a mesma abordagem aplicada ao processo de requalificação fluvial, pode-se afirmar que a imagem-alvo deve ser construída com a participação ativa dos atores para subsidiar a definição do rio desejado (em melhor condição ambiental, mas também cumprindo funções sociais e urbanas), promovendo o envolvimento da sociedade que convive e usufrui dele. Nesse sentido, as metodologias de mapeamento participativo e cartografia social podem cumprir esse papel crítico e trazer diferentes visões para compor o mosaico de informações que deve subsidiar o processo.

A satisfação dos agentes sociais como parte do sucesso na requalificação fluvial

Em geral, o atual interesse multidisciplinar no estudo da requalificação fluvial parece ser consequência de uma discussão sobre desenvolvimento sustentável, por isso está intimamente relacionado ao entendimento de aspectos ecológicos, socioeconômicos e serviços ecossistêmicos (PERINI; SABBION, 2017). No entanto, a requalificação de rios está ligada especificamente a objetivos ecológicos, o que não significa que envolva intrinsecamente outros tipos de melhorias (PALMER *et al.*, 2005). Considerando a influência da história e da memória local nas percepções da população sobre os rios urbanos, é lógico acreditar que um maior envolvimento público no planejamento dos esforços de requalificação é justificado e necessário (JUNKER; BUCHECKER; MÜLLER-BÖKER, 2007). Pesquisas recentes sobre as falhas e os desafios do planejamento participativo em projetos de requalificação de rios confirmam isso (LILLI *et al.*, 2020; MAZZORANA *et al.*, 2018; NARDINI; MIGUEZ, 2016).

A paisagem como experiência de percepção coletiva e individual

As paisagens são difíceis de delinear, mas podem ser entendidas como uma entidade composta por componentes naturais e sociais (JACOBS, 2004 *apud* MCHARG, 1971; RAAPHORST *et al.*, 2020; REES; COSGROVE, 1986; STEINER, 2008). As representações culturais, por sua vez, podem ser entendidas como o conjunto de saberes, opiniões e imagens comuns que estão envolvidos nas expressões sociais, o que leva a entender as paisagens como “resultado da interpretação cultural e do acúmulo de sedimentos representacionais ao longo do tempo” (CORNER, 1992, p. 243). Essas definições destacam o caráter diversificado e dinâmico da paisagem que uma narrativa não pode definir completamente.

Considerando que as experiências de percepção coletiva e individual dos agentes sociais interferem na paisagem, é comum iniciar o processo de projeto a partir de um diagnóstico que considere narrativas que irão subsidiar

o processo criativo para um produto final. Assim, pode-se dizer que a narrativa diagnóstica é um recorte intencional, e o projeto decorrente desta etapa não é um produto final, mas um processo criativo representado por meio de diferentes mídias (RAAPHORST *et al.*, 2020). Em um processo criativo, desenhos, imagens e mapeamentos são potenciais catalisadores de um estado futuro desejado e não apenas representações da existência (CORNER, 2011; RAAPHORST *et al.*, 2020). Eles têm o potencial de articular tempo e espaço para construir um novo futuro e, portanto, causar novas impressões nos consumidores narrativos. Assim, o interesse aqui é impactar positivamente a população, pois ela é tanto o consumidor-alvo quanto o agente da narrativa construída. Portanto, o que esses consumidores e agentes dizem sobre seus lugares é muito relevante. Constitui um conjunto de percepções e representações que ajudam a compreender os padrões de vida social, conhecer suas especificidades e fornecer sua avaliação futura. A ligação entre eles e a percepção social acaba sendo agente de um diagnóstico participativo na definição de uma imagem comum para um rio desejado e sua paisagem circundante.

Com isso, a ponte que se deseja construir neste capítulo se dá entre projetos da paisagem e projetos hidráulicos. Ambos os campos não necessariamente convergem na prática, mas essa é uma lacuna que demanda discussão e que pode ser uma oportunidade a favor do sucesso dos projetos de requalificação fluvial. Sendo assim, propõe-se uma estrutura conceitual para ser aplicada em projetos de requalificação fluvial.

Uma proposta de revisão da estrutura conceitual para a requalificação fluvial

Com base no que foi compreendido sobre a percepção dos agentes sociais, propõe-se uma metodologia que está desenvolvida em duas etapas principais: pesquisa histórica e estudo qualitativo. Diversas referências metodológicas ajudaram a definir quatro lentes pelas quais se propõe, aqui, olhar, de forma intervir na paisagem a partir de um diagnóstico participativo. O diagnóstico é estruturado pela pesquisa histórica sobre a transformação da paisagem. Já o estudo qualitativo, por sua vez, é estruturado pela análise de percepções coletivas sobre a paisagem, com foco na leitura das representações culturais existentes e da identificação do conhecimento local e da micro-história (não documentada). Por isso, foi escolhido o método do questionário semiestruturado, usado quando o pesquisador não dispõe de dados “já existentes”, devendo obtê-los (RUQUOY, 1997). Neste método, se permite que o entrevistado estruture o seu pensamento em torno do objeto de estudo (a paisagem fluvial do estudo de referência, neste caso), com foco específico nos tipos de dados a princípio ocultos ao investigador de fora. Para melhor compreensão de cada uma dessas duas etapas, ambas são detalhadas a seguir.

Pesquisa histórica

A pesquisa histórica é conduzida pelo diagnóstico da transformação da paisagem por meio da identificação dos eventos de transformação da paisagem fluvial que levaram à degradação, chamados por Santos (1999) e Lewis (1979) de “rugosidades”, e “neblina”, que revela a forma e o conteúdo da paisagem que são obscuros à primeira vista.

- a) **Rugosidades:** Santos (1999) determina os eventos como a peça de união entre tempo e espaço, o que auxilia na leitura histórica do passado e do futuro, localizando o lugar no tempo presente. Da mesma forma, Lewis (1979), ao introduzir seus critérios de leitura da paisagem, apresentou conceitos equivalentes aos de Santos, como “O Corolário da Rugosidade Histórica”, sobre encontrar momentos significativos na história que conseqüentemente transformaram a paisagem. As “rugosidades” se destacam, representando a união do tempo e do espaço, e descobri-las pode ajudar a revelar as transformações da paisagem com informações que carregam as relações causa-conseqüência. No caso da requalificação fluvial, a identificação de “rugosidades” pode ser feita buscando intervenções hidráulicas, eventos de inundação, e mudanças no uso e ocupação do solo em escala macro e micro. No caso da requalificação fluvial, a identificação de rugosidades se dá com o levantamento histórico dos grandes eventos de transformação da paisagem causados por alterações do sistema hídrico. São eles, por exemplo, o início de obras de canalização, a determinação de áreas de proteção ambiental, grandes mudanças do traçado urbano – instalação de linhas de trem, construção de grandes indústrias, ou até mesmo a divisão de terras em ciclo agrícola –, entre outros.
- b) **Neblina:** Lewis (1979) e Santos (1999) também discutem esse conceito, presentes em “O Axioma da Obscuridade da Paisagem”, olhando para trás da forma de compreender o conteúdo, observando o que é obscuro à primeira vista. Assim, a “neblina” representa as camadas sobrepostas de informações que as paisagens carregam. Identificar essas camadas estruturais isoladamente ajuda a revelar situações inicialmente invisíveis ou não aparentes. Segundo Corner (2011), quando camadas separadas de dados referentes a aspectos de uma cidade são sobrepostas, surge uma nova relação entre as partes. A estrutura resultante é um tecido complexo, que não pode ser obtido no processo limitado de planejamento unificado em que há agrupamento, hierarquização e isolamento de partes. Como parte da pesquisa histórica, a identificação da neblina só é possível a partir do conhecimento acerca das rugosidades na história do que se estuda.

- c) No caso da requalificação fluvial, temos o impacto de diferentes decisões político-administrativas dentro de uma mesma bacia hidrográfica como exemplo de dados a princípio obscuros para projetistas e técnicos geralmente distantes dessas incumbências. Entende-se que os esforços de requalificação fluvial devem considerar a bacia hidrográfica como um todo para não apresentar como proposta soluções pontuais que transfiram problemas para áreas a jusante, mas que os limites político-administrativos não coincidem com áreas de influência hidrográfica. Logo, não são apenas questões técnicas que interferem nas consequências a princípio “técnicas” relacionadas ao melhor funcionamento do sistema fluvial.

Estudo qualitativo

O estudo qualitativo é realizado a partir da identificação da ‘neblina’, a fim de delinear percepções sobre a paisagem por meio da leitura das representações culturais existentes com a identificação da micro-história (não documentada) e localidades. Nesta etapa, os agentes sociais são identificados, como feito neste estudo sobre o caso do Rio Piraquara, e entrevistados em um questionário semiestruturado, como já apontado acima, para diferenciar os resultados e seus impactos no processo de projeto de maneira específica às características locais não documentadas.

- a) Micro-história: A lente da “micro-história” revela informações a princípio ocultas, mas com foco em dados subjetivos. Ginzburg (2012) propõe a contemplação de múltiplas visões que incluem grupos desfavorecidos ao identificar indiretamente “testemunho histórico”. Se as paisagens são percebidas por meio de aspectos culturais e memória coletiva, refletindo sobre a micro-história, em oposição às narrativas historiográficas dominantes, pode-se efetivamente identificar subjetividades subjacentes. A identificação de “micro-histórias” pode ser feita pela busca de toponímias, mapas geográficos de vários períodos, imagens publicitárias e outros registros visuais de expressão da transformação do território.

Sobre a sub-bacia do Rio Piraquara, por exemplo, é possível ver, através do material compilado e sintetizado neste estudo, entusiasmo a favor da requalificação ambiental de Realengo. Porém, os comentários extraídos do trecho da página Memórias do Subúrbio Carioca sobre o recém canalizado Rio Piraquara em 1966 (Figura 2), mostram, além do saudosismo, informações precisas acerca de atividades de lazer local, que dificilmente seriam coletadas em uma análise geoestatística por meio de imagens satélite.

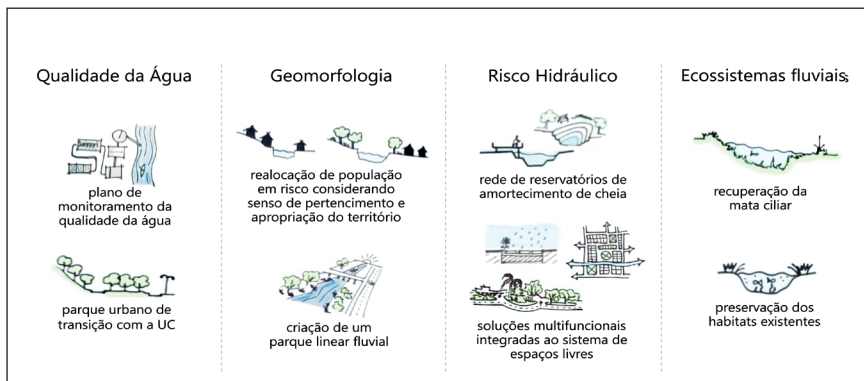
- b) **Localidade:** O conhecimento e as especificidades locais também ajudam a identificar subjetividades ocultas. Da mesma forma, as condições geomórficas locais diferenciam os objetivos desejados nos esforços de requalificação fluvial, fatores socioeconômicos e culturais influenciam a provisão de benefícios (BELL; GRAHAM; WHITE, 2020). A identificação da “localidade” pode ser guiada pelas seguintes questões: Existem diferenças nas preferências em relação à requalificação do rio entre os grupos de interessados? Quais são os principais grupos de partes interessadas locais? O que indica potenciais conflitos? Como e em que medida os rios são utilizados para fins recreativos pela população local? Até que ponto as pessoas estão dispostas a pagar pelas melhorias ecológicas dos rios locais? Essas perguntas foram baseadas em uma pesquisa realizada por Symmank *et al.* (2021), para reduzir futuros conflitos em projetos de requalificação de rios, entendendo os aspectos sociais locais. Como Metzger (2001) define em uma noção integradora da paisagem, a abordagem “geográfica”, em oposição à abordagem “ecológica”, foca no que é “visto através dos olhos do homem, de suas necessidades, anseios e planos de ocupação territorial”. Portanto, para projetos de requalificação fluvial, a identificação de localidades auxilia, pois, a integrar, localmente, esforços técnicos a hábitos e culturas locais. As informações coletadas em recente visita à área de estudo, documentada na Figura 4, acerca da recente cheia do Rio Piraquara que derrubou muros no interior de lotes residenciais irregulares, são específicas demais para análises estatísticas de grandes áreas, por exemplo.

Além disso, é comum que os paisagistas usem representações visuais como esboços, desenhos e mapas nos processos de projeto. Eles adquiriram um papel decisivo nos desafios políticos, sociais e ecológicos, pois têm a propriedade de serem mais do que meras representações da existência, mas serem ferramentas de comunicação de apoio às partes interessadas¹³ (RAAPHORST *et al.*, 2020).

A Figura 7 estabelece a comunicação visual com um esboço em busca por um modelo mais comunicativo do conteúdo técnico apresentado na Quadro 1.

13 Tradução livre da expressão stakeholders em inglês.

Figura 7 – Classificação dos objetivos de projeto em desenho



Fonte: Autoral com base em Carvalho *et al.* (2022).

Raaphorst *et al.* (2020) revelam a comunicação visual eficaz como uma ferramenta de processo de projeto em termos de sua validade para potencial interatividade dentro de “um grupo cada vez mais diversificado de partes interessadas, como tomadores de decisão, ONGs, grupos comunitários e o público, em geral” (2020. p. 164). Por isso, deve fazer parte da integração entre partes, aqui na etapa chamada de “estudo qualitativo”, como uma imagem-alvo prospectiva para subsidiar a tomada de decisões no processo projetual de requalificação fluvial de rios urbanos.

Considerações finais

O estudo do Rio Piraquara como caso de referência auxiliou na compreensão da percepção dos agentes sociais e na formulação da proposta de revisão da estrutura conceitual para a requalificação fluvial metodológica. Principalmente os dados coletados *in loco* com informações raras ao acesso rápido *on-line*. Mesmo assim, o senso de comunidade e ativismo presente em alguns dos agentes sociais identificados é caro ao desenvolvimento deste trabalho, que procura inserir o componente social ao fazer técnico. Com base na reflexão desenvolvida, propõe-se dar continuidade à análise com o aprofundamento da leitura do recorte de estudo a partir da análise do histórico de transformação do território (linha do tempo, planos e histórico de mapeamento) e da identificação e entrevista dos agentes sociais produtores do espaço em estudo. A partir disso, é possível, então, construir um questionário com o uso de imagens comunicativas quanto aos objetivos e opções de cenários. Pretende-se que o resultado indique perspectivas, com foco nos valores culturais que influenciam e são influenciados pelas percepções coletivas e individuais dos diferentes agentes sociais produtores do espaço, para a requalificação da paisagem fluvial bem-sucedida.

REFERÊNCIAS

ANAWAR, Hossain M. D.; CHOWDHURY, Rezaul. Remediation of polluted riverwater by biological, chemical, ecological and engineering processes. *Sustainability*, Switzerland, [S.l.], v. 12, n. 17, 2020. DOI: 10.3390/su12177017.

ANTONIO, Krishnamurti Beleño de Oliveira. *O sistema de drenagem como eixo estruturante do planejamento urbano: caso da bacia hidrográfica do Rio Acari*. [S.l.]: Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), 2018. Disponível em: http://awsassets.wfnz.panda.org/downloads/earth_summit_2012_v3.pdf<http://hdl.handle.net/10239/131>https://www.uam.es/gruposinv/meva/publicaciones/jesus/capitulos_espanyol_jesus/2005_motivacion_para_el_aprendizaje_Perspectiva_alumnos.pdf<https://ww>.

BELL, Siân de; GRAHAM, Hilary; WHITE, Piran C. L. Evaluating Dual Ecological and Well-Being Benefits from an Urban Restoration Project. *MDPI Journal Sustainability*, [S.l.], p. 1-28, 2020. DOI: 10.3390/su12020695.

BRASIL. *Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000*. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/19985.htm.

BURCH, Claire; BUSCH, Michelle; HIGGINS, Edward; BITTNER, Steven; PERERA, Nuwanthika; NEAL, Kevin; BURKETT, Lawrence; CASTRO, Antonio J.; ANDERSON, Christopher. Revisiting a water conflict in southeastern oklahoma 6 years later: A new valuation of thewillingness to pay for ecosystem services. *Sustainability*, Switzerland, [S.l.], v. 12, n. 3, p. 1-30, 2020. DOI: 10.3390/su12030819.

CARVALHO, Camilla Thurler Oliveira; OLIVEIRA, Elisabeth Guedes de; VERÓL, Aline Pires; BAHIANA, Julia Roizemberg; GUIMARÃES, Luciana Fernandes. *A identificação de infraestruturas verdes e azuis em ambientes urbanos consolidados*. [S.l.], 2022.

CIRF. *La riqualificazione fluviale in Italia: linee guida, strumenti Ed esperienze per gestire i corsi d'acqua e il território*. 1st editio ed. Venezia: Mazzanti Editori, 2006.

CMRJ. *Construção de parque verde em Realengo é tema de audiência pública*. 2021. Disponível em: <http://www.camara.rio/comunicacao/>

noticias/535-construcao-de-parque-verde-em-realengo-e-tema-de-audien-
cia-publica. Acesso em: 19 fev. 2022.

CONSORCIO HIDROSTUDIO – FCTH. *Plano Diretor de Manejo de Águas Pluviais da Cidade do Rio de Janeiro Secretaria Municipal de Obras*. Rio de Janeiro: Subsecretaria de Gestão de Bacias Hidrográficas, Rio-Águas, [S.l.: s.n.].

CORNER, James. Representation and landscape: Drawing and making in the landscape medium. *Word and Image*, [S.l.], v. 8, n. 3, p. 243-275, 1992. DOI: 10.1080/02666286.1992.10435840.

CORNER, James. The Agency of Mapping: Speculation, Critique and Invention. *The Map Reader: Theories of Mapping Practice and Cartographic Representation*, [S.l.], p. 89-101, 2011. DOI: 10.1002/9780470979587.ch12.

CRED. *Natural Disasters*. Brussels, 2007. DOI: 10.1056/nejmsa1803972.

EUROPEAN UNION. EU Water Framework Directive (WFD). COMMISSION RECOMMENDATION of 9 April 2013 on the use of common methods to measure and communicate the life cycle environmental performance of products and organisations. Official Journal of the European Union, 2000. Seção L 327, p. 1-83. Disponível em: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32000L0060>.

GINZBURG, Carlo. *Threads and Traces – True false fictive*. Los Angeles: University of California Press, 2012.

GOMES, Maria Vitória Ribeiro *et al.* The use of blue-green infrastructure as a multifunctional approach to watersheds with socio-environmental vulnerability. *Blue-Green Systems*, [S.l.], v. 3, n. 1, p. 281-297, 2021. DOI: 10.2166/bgs. 2021.119.

GORSKI, Maria Cecilia Barbieri. *Rios e cidades: ruptura e reconciliação*. São Paulo: Ed. São Paulo: Senac São Paulo, 2010.

HE, Jianhua; PAN, Zhenzhen; LIU, Dianfeng; GUO, Xiaona. Science of the Total Environment Exploring the regional differences of ecosystem health and its driving factors in China. *Science of the Total Environment* [S.l.], v. 673,

p. 553-564, 2019. DOI: 10.1016/j.scitotenv.2019.03.465. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.03.465>.

HERZOG, Cecilia Polacow. *Guaratiba verde: subsídios para o projeto de infraestrutura verde em área de expansão urbana na Cidade do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2009.

INEA. *Trilhas – Parque Estadual da Pedra Branca*. Rio de Janeiro-RJ, s.d.

JORNAL REALENGO EM PAUTA. Criado em março de 2011. Disponível em: <http://www.realengoempauta.com.br/>. Acesso em: 22 jan. 2022.

JUNKER, Berit; BUCHECKER, Mattias; MÜLLER-BÖKER, Ulrike. Objectives of public participation: Which actors should be involved in the decision making for river restorations? *Water Resources Research*, [S.l.], v. 43, n. 10, p. 1-11, 2007. DOI: 10.1029/2006WR005584.

KONDOLF, G. Mathias; PINTO, Pedro J. The social connectivity of urban rivers. *Geomorphology*, [S.l.], v. 277, p. 182-196, 2017. DOI: 10.1016/j.geomorph.2016.09.028. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.geomorph.2016.09.028>.

LEWIS, P. Axioms for reading the landscape. *The interpretation of ordinary landscapes*, [S.l.], p. 11-32, 1979. Disponível em: <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Axioms+for+Reading+the+Landscape#4>.

LILLI, Maria A. *et al.* Vision-based decision-making methodology for riparian forest restoration and flood protection using nature-based solutions. *Sustainability*, Switzerland, v. 12, n. 8, 2020. DOI: 10.3390/SU12083305.

LIU, Li; FRYD, Ole; ZHANG, Shuhan. Blue-green infrastructure for sustainable urban stormwater management-lessons from six municipality-led pilot projects in Beijing and Copenhagen. *Water*, Switzerland, v. 11, n. 10, p. 1-16, 2019. DOI: 10.3390/w11102024.

MARTINS, Jana Lodi; AZEVEDO, Jose Paulo Soares de; FIGUEIREDO, Iene Christie. Estudo da qualidade hídrica da bacia do Rio Piraquara para análise da proposta de enquadramento do plano de recursos hídricos da região

hidrográfica da baía de Guanabara/RJ. CONGRESSO ABES/FENASAN. 2017. *Anais [...]*. [S.l.], 2017. n. 1. p. 1-8.

MAZZORANA, B.; NARDINI, A.; COMITI, F.; VIGNOLI, G.; COOK, E.; ULLOA, H.; IROUMÉ, A. Toward participatory decision-making in river corridor management: two case studies from the European Alps. *Journal of Environmental Planning and Management*, [S.l.], v. 61, n. 7, p. 1250-1270, 2018. DOI: 10.1080/09640568.2017.1339593.

MCHARG, Ian L. *Design With Nature*. 2. ed. Philadelphia: The Flacon Press, 1971.

MEMÓRIAS do subúrbio carioca. [S.l.], 18 jan. 2019. Disponível em: <https://www.facebook.com/riosuburbio/posts/1221880247960021>. Acesso em: 24 jan. 2022.

METZGER, Jean Paul. O que é ecologia de paisagens? *Biota Neotropica*, [S.l.], v. 1, n. 1-2, p. 1-9, 2001. DOI: 10.1590/s1676-06032001000100006.

NARDINI, Andrea Gianni Cristoforo; CONTE, Giulio. River Management & Restoration: What River Do We Wish for. *Water*, Switzerland, v. 13, n. 1336, p. 1-28, 2021. DOI: 10.3390/w13101336.

NARDINI, Andrea; MIGUEZ, Marcelo Gomes. An integrated plan to sustainably enable the City of Riohacha (Colombia) to cope with increasing urban flooding, while improving its environmental setting. *Sustainability*, Switzerland, v. 8, n. 3, 2016. DOI: 10.3390/su8030198.

NITAHARA, Akemi. Petrópolis teve ontem chuvas mais intensas que em 2011, diz professor – Cidade fica em região de encosta e é propícia a cheias e deslizamentos. *Agência Brasil*, Rio de Janeiro, 16 fev. 2022 Disponível em: <https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2022-02/petropolis-teve-ontem-chuvas-mais-intensas-que-em-2011-diz-professor>. Acesso em: 7 mar. 2022.

PALMER, M. A. *et al.* Standards for ecologically successful river restoration. *Journal of Applied Ecology*, [S.l.], v. 42, n. 2, p. 208-217, 2005. DOI: 10.1111/j.1365-2664.2005.01004.x.

PARQUE de Realengo Verde. Comunidade na rede social “Facebook”. Criada em 14 abr. 2014. Disponível em: <https://www.facebook.com/>

REALENGOVERDE/community/?ref=page_internal. Acesso em: 22 jan. 2022.

PERINI, Katia; SABBION, Paola. *Urban Sustainability and River Restoration*. [S.l.], 2 Dec. 2016. DOI: 10.1002/9781119245025.

QUEREMOS o parque de Realengo Verde. Website das organizações “Movimento Parque de Realengo Verde”, “Ocupação Parquinho Verde” e “Meu Rio”. Disponível em: <https://www.parquerealengoverde.meurio.org.br/#block-13288>. Acesso em: 22 jan. 2022.

RAAPHORST, Kevin; ROELEVELD, Gerda; DUCHHART, Ingrid; VAN DER KNAAP, Wim; VAN DEN BRINK, Adri. Reading landscape design representations as an interplay of validity, readability and interactivity: a framework for visual content analysis. *Visual Communication*, [S.l.], v. 19, n. 2, p. 163-197, 2020. DOI: 10.1177/1470357218779103.

REES, Ronald; COSGROVE, Denis E. *Social Formation and Symbolic Landscape*. [S.l.], v. 76, s.d. DOI: 10.2307/214798.

RIO, Vicente Del; LEVI, Daniel. *Web-Based Surveys as an Effective Tool for Community Participation in Urban Design*. Atlanta GA Environmental Design Research Association – EDRA. [S.l.], 2006.

RUQUOY, Danielle. Situação de entrevista e estratégia do entrevistador. In: ALBARELLO, L. *Práticas e métodos de investigação em Ciências Sociais*. Lisboa: Gradiva, 1997. p. 84-116.

SANTOS, Milton. A Natureza do Espaço: técnica e tempo, razão e emoção. *GEOgraphia*, v. 1, n. 1, 1999. DOI: 10.22409/geographia1999.v1i1.a13370

SANTOS, Milton. O território e o saber local: algumas categorias de análise. *Cadernos Ippur / UFRJ*, [S.l.], v. XIII, n. 2, p. 15-26, 1999.

STEINER, Frederick. *The Living Landscape: An Ecological Approach to Landscape Planning*. Washington, DC: Island Press, 2008. DOI: 10.1080/01944360903169717.

SYMMANK, Lars; PROFETA, Adriano; NIENS, Christine. Valuation of river restoration measures—Do residential preferences depend on leisure

behaviour? *European Planning Studies*, [S.l.], v. 29, n. 3, p. 580-600, 2021. DOI: 10.1080/09654313.2020.1760792. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/09654313.2020.1760792>

TULLOS, Desiree; BAKER, Daniel W.; CROWE CURRAN, Joanna; SCHWAR, Michael; SCHWARTZ, John. Enhancing Resilience of River Restoration Design in Systems Undergoing Change. *Journal of Hydraulic Engineering*, [S.l.], v. 147, n. 3, p. 03121001, 2021. DOI: 10.1061/(asce)hy.1943-7900.0001853.

ULLBERG, Susann. *Watermarks. Urban Flooding and Memoryscape in Argentina*. 1st. ed. Stockholm: Acta Universitatis Stockholmiensis, 2013.

VAUGHAN, Laura. *Mapping Society*. [S.l.], 2018. DOI: 10.2307/j.ctv550dcj.

VERÓL, Aline Pires; LOURENÇO, Ianic Bigate; FRAGA, João Paulo Rebechi; BATTEMARCO, Bruna Peres; MERLO, Mylenna Linares; MAGALHÃES, Paulo Canedo de; MIGUEZ, Marcelo Gomes. River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. *Sustainability*, Switzerland, [S.l.], p. 1-36, 2020. DOI: 10.3390/su12114677.

WENGER, Seth J. *et al.* Twenty-six key research questions in urban stream ecology: An assessment of the state of the science. *Journal of the North American Benthological Society*, [S.l.], v. 28, n. 4, p. 1080-1098, 2009. DOI: 10.1899/08-186.1

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

A INFLUÊNCIA DA VEGETAÇÃO NOS RIOS E NA CONSTRUÇÃO DE UMA TRAMA VERDE AZUL

*Maria Cristina Santana Pereira
José Rodolfo Scarati Martins
Ariel Ali Bento Magalhães
Mariana Corrêa Soares*

Introdução

Os rios são elementos da geografia que promovem o transporte de água, materiais, nutrientes e energia com o meio que o cerca, ou seja, o meio ambiente. As características ambientais por todo o comprimento de um rio lhe conferem atributos que podem ser verificados por meio da qualidade da água do rio, as características dos sedimentos e as comunidades biológicas. E o ambiente é influenciado termicamente, esculpido, banhado e alimentado hidricamente e nutricionalmente, pelos corpos d'água (MCCABE, 2010).

O contato entre as comunidades e os corpos hídricos preservados facilita a compreensão da importância das ações de preservação e manutenção dos elementos que contribuem para a sustentabilidade, como as várzeas, as matas ciliares, os meandros e outros. Os corpos d'água, para além de suas características físicas são os elementos que, devido a sua fluidez, conferem mobilidade à paisagem, a água tem por característica criar “desenhos” e caminhos com a ação do tempo no espaço físico. Esses caminhos dão origem aos rios e córregos e formam e caracterizam a bacia hidrográfica (CENGIZ, 2013). Toda essa transformação do meio físico é feita por meio da atividade constante da água e da ação da gravidade.

A definição de Spirn (1995) da água para além das fronteiras técnicas é:

A água é uma fonte de vida, energia, conforto e prazer, um símbolo universal de purificação e renovação. Como um ímã primordial, atrai uma parte primitiva e bastante profunda da natureza humana. Mais do que qualquer outro elemento além das árvores e dos jardins, tem o potencial de forjar um elo emocional entre o homem e a natureza na cidade. A água é um elemento de qualidades surpreendentes. É um líquido, um gás ou um sólido. Absorve e transforma a energia. Transporta outros elementos em suspensão

ou em solução, moldando a paisagem e nutrindo a vida. Permeia o ambiente terrestre, ar, terra e todos os organismos vivos. Pura, no lugar certo e no tempo certo, a água é um recurso essencial; contaminada e no lugar e tempo errados, é uma ameaça à vida.

Por todas essas características e da capacidade de prover uma infinidade de recursos, os corpos d'água sempre foram tidos como indicadores de fertilidade, prosperidade e provisão, favorecendo no passado o estabelecimento de grandes civilizações às suas margens que foram chamadas de hidráulicas dada sua relação direta com os corpos d'água. Entre os rios que apresentam essa relação histórica entre o ser humano e a água temos os Rios Tigre e Eufrates na Mesopotâmia, o Nilo no Egito, o Ganges na Índia, Indo no Paquistão e o Huang-Ho na China. Em épocas mais recentes os rios Tâmisia em Londres, Sena em Paris, Tibre em Roma, Vitava em Praga, Danúbio em Budapeste, Hudson em Nova York, Yeşilirmak, Porsuk, Meriç, Tigre na Turquia e Yarra na Austrália fizeram o mesmo papel (CENGIZ, 2013).

As margens, durante os períodos de cheia, são locais férteis propícios ao desenvolvimento de vegetação, que durante os períodos mais secos serão responsáveis por uma série de benefícios, os serviços ecossistêmicos (SE). No ambiente urbano pode-se citar a contenção da poluição de origem difusa, a mitigação das ilhas de calor, a conservação da umidade, o amortecimento de cheias, o controle de vetores sanitários, eficiência energética, a melhoria da qualidade do ar, sequestro de CO², vias de trânsito de espécies e da biodiversidade e habitat de vida selvagem. Até mesmo uma barreira sonora contra o ruído excessivo das atividades urbanas pode ser considerada (SPANGENBERG, 2010).

A vegetação que acompanha as margens dos cursos de rios é denominada mata ciliar ou mata ripária, e exerce funções protetoras nos sistemas naturais bióticos e/ou abióticos (DURIGAM; SILVEIRA, 1999). Possuindo composição florísticas e estrutura própria, tais regiões propiciam condições ambientais diversas com grande heterogeneidade, sendo local ideal de abrigo de diversas espécies (VEDOVATTO *et al.*, 2009).

A urbanização e industrialização aliados ao incremento populacional ocorridos no século XX, negligenciaram os ecossistemas das áreas urbanas (PINKHAM, 2000; TRENTIN, 2007) favorecendo a expansão de construções irregulares nas margens dos córregos e rios e eliminando com isso as importantes áreas de várzea (BIAGOLINI, 2018). A ausência das matas ciliares nas margens dos rios urbanos e o aumento de áreas impermeabilizadas por toda a bacia hidrográfica acarretam diversos desequilíbrios como erosão, escoamento, arraste superficial de solo e resíduos para o leito dos rios, que

levam a alteração do microclima local, ao desaparecimento da fauna e outros desequilíbrios ecológicos (VEDOVATTO *et al.*, 2009).

As áreas urbanas associadas ao arquétipo tecnológico de cidade e, portanto, como algo dissociado da natureza fazem com que, para a maior parte da população, os corpos d'água pareçam apenas fontes de problemas. Assim, rios e córregos são retificados e tamponados, servindo apenas para afastar dejetos dos grandes centros urbanos e sendo associados a aspectos negativos e insalubres como poluição, doenças e inundações (ALENCAR, 2017); (PEREIRA *et al.*, 2019).

A vegetação afeta diretamente o mesoclima, que é uma variante local do macroclima resultado da topografia, tipo de solo e conformação da cobertura vegetal. Tal relação é evidente entre quando se comparam diferentes zonas climáticas e seus biomas, em função do conjunto que envolve as variáveis espectro solar, radiação solar, intensidade luminosa, balanço de radiação, temperatura do solo, temperatura do ar, temperatura das plantas, balanço de água nas folhas, estratégias de adaptação e ciclo hidrológico (PILLAR, 1995).

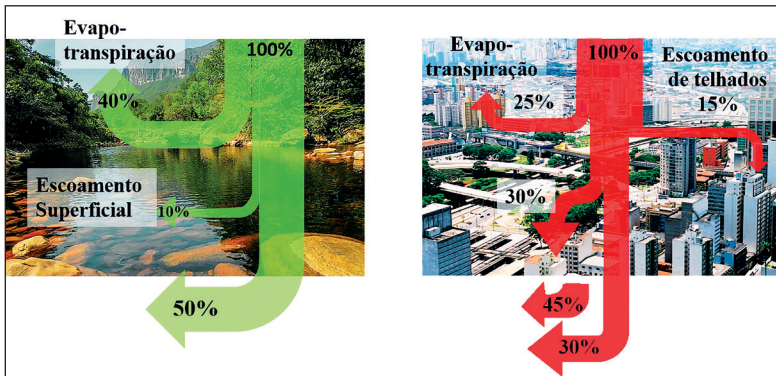
Assim as matas ciliares, prestam serviços de proteção aos rios e córregos e desempenham papel fundamental no equilíbrio do clima de centros urbanos.

Transformação do solo: a urbanização e a impermeabilização

A urbanização é um processo complexo de transformações tecnológicas e socioeconômicas no ambiente construído, que resulta em migração das populações dos assentamentos rurais para as cidades (UNDESA, 2018). As atividades econômicas e sociais desenvolvidas nesses ambientes provocam impactos nos sistemas geomorfológicos e hidrológicos com mudanças significativas nos sistemas ambientais (FRANCO, 2010).

O desenvolvimento urbano ocorrido no século XX em São Paulo, mais evidente a partir da década de 1960, negligenciou os ecossistemas nas áreas urbanas, o que incluiu os córregos e rios que foram desviados, retificados, canalizados e confinados (PINKHAM, 2000) e também suprimiu áreas verdes, minando uma série de serviços ambientais (PEREIRA, 2019). Tais mudanças favorecem a exploração e a degradação dos ecossistemas naturais, especificamente os relacionados aos componentes do ciclo hidrológicos, como a infiltração, a evapotranspiração, a recarga dos aquíferos e o escoamento nos rios (CAPARROS-MARTINEZ *et al.*, 2020; DELPHIN *et al.*, 2016 ; LI *et al.*, 2019). A Figura 1(a) apresenta o ciclo hidrológico em ambiente sem ação antrópica e Figura 1(b) o ciclo hidrológico alterado pela urbanização.

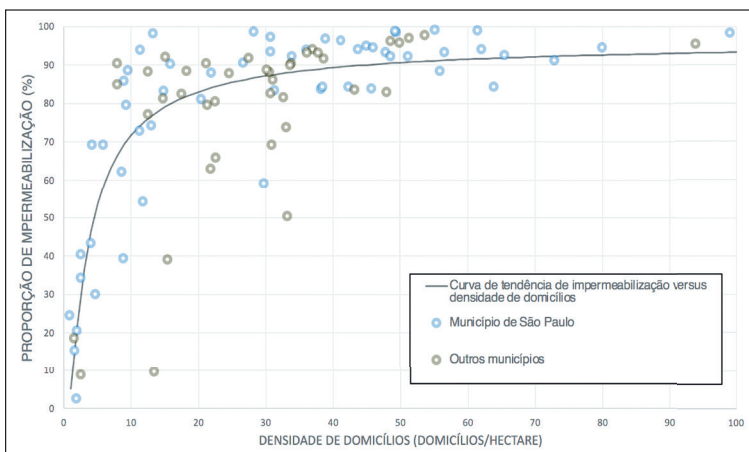
Figura 1 – Diferenças no ciclo hidrológico, antes (a) e após (b) a urbanização



Fonte: OECD (1986).

Na cidade de São Paulo, dada a dinâmica do uso do solo, as projeções da década de 2000 indicavam a tendência de redução da ocupação média dos domicílios, porém indicavam também que mesmo com a diminuição da população poderia haver aumento da taxa de áreas impermeabilizadas (MARTINS, 2012). O Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT 3) mostra que a taxa de impermeabilização para a RMSP supera 90% nas regiões onde a ocupação é mais intensa, apresentado na Figura 2.

Figura 2 – Relação entre densidade de domicílios e a impermeabilização na Grande São Paulo



Fonte: DAEE (2012).

O aumento evidente das áreas impermeáveis, demonstrado na Figura 2, ressalta a necessidade de gestão adequada da expansão urbana, dando a

devida atenção às medidas que possam mitigar os efeitos da urbanização sobre os corpos hídricos e processos naturais que devem ocorrer para permitir os ciclos naturais em áreas urbanas.

Ocupação das várzeas e fundo de vale

A ocupação das áreas de várzeas e fundo de vale dos centros urbanos brasileiros vem ocorrendo de forma desordenada e sem controle, criando conflitos entre o meio natural e a atividade humana (TRENTIN, 2007). Nas várzeas e fundos de vale a ocupação impede que as águas que naturalmente passavam antes da ocupação do solo na região, sigam para os talwegues nos períodos chuvosos.

Tucci (2003) aponta as enchentes em áreas urbanas como consequência da ocupação de áreas ribeirinhas e dos processos de urbanização, também responsáveis pelas inundações localizadas.

A nomenclatura e entendimentos desses processos causam confusão, mesmo no meio técnico, devido a pouca familiaridade com as funções naturais, no caso aquelas que ocorrem nas várzeas e fundos de vale, quer seja devido a sua alteração de uso e por serem regiões segregadas e marginais. Assim, é corriqueiro as pessoas entenderem que cheias, inundações e alagamentos são a mesma ocorrência.

Os processos relativos ao aumento do nível das águas nos corpos d'água estão relacionados a águas pluviais e drenagem urbana e no livro "Mapeamento de riscos em encostas e Margens dos Rios" (CARVALHO *et al.*, 2007) os definem como:

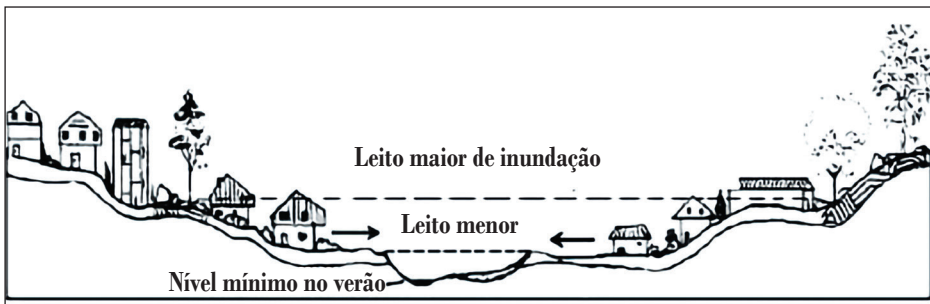
- Enchente ou cheia – é um fenômeno natural, esperado que ocorre com o aumento da vazão (descarga), que é provocado pela chuva o que ocasiona uma elevação do nível nos cursos d'água, que passa a ocupar todo o leito menor do corpo d'água.
- Inundação – também é um processo natural, porém ocorre quando a cheia ou enchente atinge uma cota acima do nível máximo da calha de leito menor do rio, provocando seu extravasamento. A área que recebe a água excedente denomina-se planície de inundação, várzea ou leito maior.
- Alagamento – ocorre fora do leito do rio e é o nome dado quando há o acúmulo momentâneo de água em uma determinada área e está ligado a falhas no sistema de drenagem urbano.

As enchentes ou inundações, são eventos que estão relacionados com a impermeabilização e a falha dos sistemas de macrodrenagem, afetando áreas onde somente é visível a microdrenagem. Sendo assim, é necessário ter em

mente que tais processos ocorrem muitas vezes em regiões denominadas ‘fundo de vale’, ou seja, áreas próximas a rios e córregos, sendo que sua ocupação ocorre de forma variável, muitas vezes indevida.

O fundo de vale ocupa a área denominada planície de inundação, várzea ou leito maior do rio, que são as áreas marginais que recebem os excessos de água do canal do rio durante uma inundação. Na Figura 3 é apresentado um exemplo de leito menor e leito maior de inundação.

Figura 3 – Características dos leitos do rio



Fonte: Tucci (2003).

No período de 1850 a 1950, houve uma intensa transformação da sociedade o que provocou alterações profundas na relação dos rios e suas várzeas com a cidade. A rápida expansão urbana e crescimento populacional proporcionado pela cafeicultura fez com que fosse construído o discurso que era preciso embelezar, secar e sanear as várzeas para dar lugar à modernidade. As várzeas assumiram o papel de ser o eixo estrutural da cidade, sendo locais nos quais foram usados para a implantação dos sistemas de expansão da cidade (FREIRE, 2018).

A destinação das várzeas para a implantação de sistemas de infraestrutura da cidade distanciou a população das margens dos rios e córregos até o apagamento da memória, sendo atualmente lembrado somente nos períodos de chuvas intensas, no verão, quando transbordam e causam problemas como enchentes e inundações.

O processo da urbanização das várzeas na cidade de São Paulo foi seriamente alterado pelo plano de avenidas de Prestes Maia, que vislumbrava toda a cidade, inclusive a sua expansão por uma estrutura viária que a apoiasse (TRAVASSOS, 2010). “Onde houvesse um córrego a ser urbanizado, uma nova ‘avenida’ seria construída, independentemente de sua utilidade na estruturação da cidade ou sua importância como acessibilidade” (TRAVASSOS, 2010).

A partir de 1970, a canalização e retificação dos corpos d'água e a construção de avenidas que ocupam as várzeas passaram a fazer parte do programa de melhorias urbanas, como parte do escopo do saneamento de várzea.

A falta de planejamento urbano adequado, pensado nos elementos que provêm Serviços Ecossistêmicos (SE), associado a rápida e desordenada urbanização, suprimiu áreas verdes, retifica e canaliza rios impedindo dessa forma a oferta de uma série de benefícios (PEREIRA, *et al.*, 2019).

A ocupação urbana das várzeas de inundação tornou-se fato recorrente e um dos problemas em todas as cidades brasileiras. Sendo assim, soluções devem ser buscadas principalmente no que tange ao planejamento e ao controle de uso e ocupação do solo nestas faixas e fundos de vale ainda não consolidados. E quando já instalado o problema, a escolha das medidas de controle do escoamento superficial a serem implantadas devem priorizar alternativas que não transfiram o problema para a jusante, mas que busquem soluções para que o escoamento superficial seja acomodado na área em que foi gerado, por meio de diferentes estratégias. Nesse cenário, uma alternativa é a busca da implementação de sistemas de SbN, no Brasil conhecidos como técnicas compensatórias ou de controle da fonte. A função de tais técnicas é conter o escoamento superficial onde foi gerado (GRACIOSA, 2005).

Proteção de áreas naturais

A preservação de áreas naturais nos países do hemisfério sul usa como uma das principais estratégias a criação de parques para preservação da natureza, com o objetivo de preservar atributos ecológicos essenciais (DIEGUES, 2008).

No Brasil, as florestas e áreas naturais na extensão dos corpos d'água tem sua preservação definida legalmente no Código Florestal Federal. A Lei de Proteção da Vegetação Nativa nº 14.285 de 2021, que alterou a Lei nº 12.651 de 2012. O Código Florestal de 2021, ainda mais polêmico que o de 2012 que tinham entre tais polêmicas a definição e legitimação de áreas de preservação permanente (APPs) e de reserva legal, mecanismos essenciais para a proteção de áreas florestadas brasileiras (SPAROVEK *et al.*, 2010; RORIZ; FEARNSSIDE, 2015). A Lei nº 14.285/21 um dos seus pontos mais polêmicos é a alteração do artigo 4º, § 10, que trata da definição das APPs em áreas urbanas. Os municípios passaram a ter poder de regulamentar faixas de restrições à beira dos corpos d'água, nos seus limites urbanos diferentes, das estabelecidas no Código Florestal. No artigo 22 § 5º tem-se “Os limites das áreas de preservação permanente marginais de qualquer curso d'água natural em área urbana serão determinados nos planos diretores e nas leis municipais de uso do solo, ouvidos os conselhos estaduais e municipais de meio ambiente” (BRASIL, 2021).

É clara a importância da proteção das áreas ripárias, porém muitas vezes as disputas de interesses econômicos em tais regiões, se sobressaem à necessidade de manutenção dos ecossistemas para a sociedade e a vida. Trazendo dessa forma mais ameaça e insegurança da preservação de recursos essenciais para a manutenção da biodiversidade nos centros urbanos.

Drenagem sustentável

A drenagem urbana sustentável é uma abordagem desenvolvida na Europa e América do Norte, desde a década de 1970, que busca mitigar os efeitos do uso do solo provocados pela urbanização sobre os processos hidrológicos, com benefícios para a qualidade de vida e preservação ambiental (BAPTISTA *et al.*, 2005). Parkison *et al.*, (2003) definem desenvolvimento sustentável na drenagem urbana como sendo aquele que busca imitar o ciclo hidrológico natural, recuperando suas componentes.

Desde o surgimento, na década de 1970, as denominações se mostraram dinâmicas e dentro do escopo sustentabilidade muitas dessas denominações passaram a agregar outras concepções para além dos sistemas e drenagem, são muitas vezes um conjunto de ações denominadas prática, porém todas, no que diz respeito ao escoamento superficial, controlando o volume e a poluição da água. As medidas de drenagem urbana sustentáveis são as medidas alternativas, ainda conhecidas como técnicas alternativas ou compensatórias Parkinson *et al.*, (2003), sendo corrente também a denominação Infraestrutura Verde (IEV), que agrega as características das tecnologias alternativas ou compensatória a propriedades ecossistêmicas e tem visão de elemento de transformação da paisagem.

No processo de desenvolvimento do conceito em países do Norte Global, como Estados Unidos da América, passaram a ser conhecidas como Best Management Practices (BMPs). Estas são similares às medidas chamadas técnicas compensatórias e Low Impact Development (LID), que, além de incorporar o conceito das BMPs, acrescentaram a ideia de desenvolvimento urbano sustentável. SUDs (Sensitive Urban Design), no Reino Unido. Mais recentemente o termo Soluções Baseadas na Natureza (SbN), termo cunhado pela União Europeia, passou a ser utilizado de forma a abranger diferentes termos para áreas urbanas, que até então não faziam parte do escopo das IEV. É um termo que engloba os conceitos de eco sustentabilidade a serem aplicados no ambiente urbano construído (COHEN-SHACHAN *et al.*, 2016).

Dentro das terminologias apresentadas, a IEV é um dos componentes das SbN e está diretamente relacionada aos sistemas de drenagem sustentável. Estes possuem papel relevante em áreas públicas urbanas, transformando os processos

mecânicos usados pelos sistemas de drenagem clássica em processos que agregam funções bioquímicas, propiciando a sustentabilidade nos dispositivos de drenagem.

Neste capítulo será usado o conceito de infraestrutura verde (IEV), que são definidas por Franco (2010) como um elemento de planejamento ambiental com funções de rede de áreas verdes e outros espaços abertos que será o fio condutor para traçado de uma trama verde-azul unindo a vegetação dos rios.

Para abordar e idealizar uma trama verde-azul, junto às várzeas de rios e córregos urbanos, é necessário pensar na transdisciplinaridade, que deve ser buscada no meio científico. Deve haver a união dos diversos atores atuantes no tema, que vivem e realizam as mais variadas formas de trocas nas áreas urbanas, com atenção a unidade bacia hidrográfica.

É uma evolução tratar questões complexas que envolvem diversos saberes, na produção dos espaços urbanos, para que enfrente desafios sociais por meio de práticas e métodos inovadores (MOURA, 2013).

Soluções baseadas na Natureza na Trama Verde-Azul

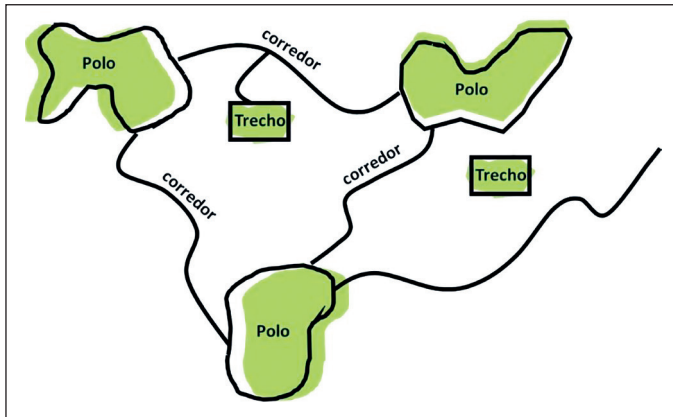
A Infraestrutura Verde (IEV) como elemento do planejamento e desenho ambiental pode ser definida como uma rede de áreas verdes naturais e outros espaços abertos que conservam valores e funções ecológicas, sustentam o ar e água limpos e fornecem ampla variedade de SE para as pessoas e vida selvagem que geram diretrizes para o planejamento e desenvolvimento territoriais de forma a garantir a existência de processos vivos em uma grande escala de tempo (FRANCO, 2010).

A infraestrutura verde é um tipo de SbN utilizada na drenagem urbana (CAMPOS, 2021), que além dos benefícios para os sistemas de drenagem ainda oferta uma série de Serviços Ecossistêmicos (SE) e ainda permite pensar a paisagem como o elemento de construção das bacias hidrográfica sendo os corpos d'águas seu elemento estrutural.

Infraestrutura verde é uma rede planejada de áreas naturais e seminaturais, que inclui espaços verdes e azuis e outros ecossistemas projetados para ofertar uma gama de serviços ecossistêmicos e diversas escalas. Além das funções ecológicas é uma ferramenta de planejamento, contribui com benefícios sociais e econômicos conduzindo à conquista de espaços urbanos sustentáveis, resilientes, inclusivos e competitivos (MONTEIRO, *et al.*, 2020).

A rede de IEV conecta ecossistemas e paisagem em sistemas definidos por *hubs*, *links* e *sites* (BENEDICT; McMAHON, 2006), traduzidos como, polo, corredor e trecho, apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Representação simplificada de uma rede de Infraestrutura Verde



Fonte: Adaptado de Maryland Department of Natural Resources (2019).

Os polos constituem locais de paragem de uma rede de infraestrutura verde, que provém espaço para a vegetação e animais nativos, assim como origem de destino para espécies selvagens, pessoas e processos ecológicos. Podem ser de formas e tamanhos variados, de grandes reservas e parques estaduais e áreas verdes de vizinhança, entre outros, sendo necessário que as características e os processos naturais estejam protegidos ou recuperados.

Os corredores são as conexões que fazem a coesão do sistema ecológico permitindo seus processos e a biodiversidade das populações selvagens. As conexões com dimensões adequadas fornecem espaço suficiente para o desenvolvimento da vegetação, para proteção de áreas históricas e oportunidade de uso para recreação, ao mesmo tempo que esses espaços conectam ecossistemas e paisagens. Por último, os trechos, em geral, são menores do que os polos e não necessariamente estão ligados aos demais elementos. Também podem contribuir com valores ecológicos e sociais ao oferecer espaço para recreação e relaxamento baseado na natureza

No tocante ao ponto específico dos elementos da água na natureza, Benedict e McMahon (2006) apresentam que a gestão adequada da rede de infraestrutura verde é fundamental para manter a integridade de uma bacia hidrográfica e seus serviços ecossistêmicos. “A infraestrutura verde protege sistemas naturais para além dos sistemas verdes. Os rios e córregos são elementos críticos da maioria dos sistemas de infraestrutura verde” o que traz o conceito de infraestrutura verde-azul.

O pensamento voltado para a infraestrutura verde-azul nos centros urbanos é urgente, pois é uma forma de aumentar a resiliência das cidades frente às alterações provocadas pelas mudanças climáticas. Esse pensar fornece elementos que agregam funções à paisagem urbana e, especificamente, à rios e córregos.

Parques lineares como zonas ripárias

A criação de áreas verdes públicas, consolidadas com os denominados “greenways” atua em duas frentes bem delimitadas, e em outras mais abrangentes sendo as duas primeiras: na criação de espaços que atendam a demanda por áreas públicas e que seja um local para inundações e cheias periódicas. A forma mais abrangente refere-se à criação de locais que ofertem diversos serviços Ecosistêmicos (OLIVEIRA *et al.*, 2012).

A origem do conceito “greenways” pode ser entendida como a trajetória de Frederick Law Olmsted, que propunha um conceito inovador de parques, para a época de 1843, na Europa. Olmsted criou também o conceito de *parkways* que seriam os corredores que interligam os parques. E a ideia foi consolidada em 1887 com a realização do projeto do “Emerald Necklace”, considerado a maior trunfo de *greenways*, sendo um arco de 7,2 km de extensão em Boston (GIORDANO, 2004). A Figura 5 apresenta uma imagem do Emerald Necklace.

Figura 5 – Parque Emerald Necklace



Fonte: Emerald Necklace Conservancy.

A degradação socioambiental crescente em áreas urbanas no século XXI, no norte global levou instituições de diversos setores, comissões técnicas e a população a pressionar órgãos públicos municipais para que executassem programas e projetos socioambientais com fins de preservação e recuperação de seus cursos d’água e áreas marginais, dentro dos preceitos de desenvolvimento sustentável. Assim, os espaços verdes públicos passaram a ser entendidos como parques lineares e se tornaram um elemento estruturador de programas ambientais em áreas urbanas, usados como instrumentos de

planejamento e gestão de áreas marginais aos corpos d'água com vistas a agregar aspectos urbanos e ambientais com as exigências da legislação (FRIEDRICH, 2007).

Tais parques vêm sendo apontados pela bibliografia atual como uma iniciativa sustentável de uso e ocupação das áreas urbanas de fundo de vale, nos âmbitos ambiental, social, econômico e cultural (FRIEDRICH, 2007). Enquanto o Código Florestal Brasileiro classifica essas áreas como Áreas de Preservação Permanente, onde devem ter preservadas a vegetação ciliar dos cursos d'água e são impassíveis de ser edificadas, a realidade é que, na maioria dos casos encontram-se “invadidas e degradadas pelo modelo de urbanização adotado até hoje” (FRIEDRICH, 2007), representando uma dicotomia entre o homem e a natureza que gera grandes perdas socioambientais para a cidade.

Destacam-se, desde o início da década de 2000, novas políticas públicas formuladas para dar início a outros paradigmas nas relações entre os rios e as várzeas da área urbana e sua cidade. Esses conceitos, que visam ampliar o escopo das intervenções nessas áreas, começam a pautar uma nova prática. O poder público dá início a uma forma distinta de atuação para solucionar os diversos conflitos expressos na forma de ocupação dessas áreas até então.

Na cidade de São Paulo, o Manual de Desenho Urbano e Obras Viárias da Cidade de São Paulo (2021), traz a definição de parque linear e indica de forma direta a importância da vegetação nessa construção e o designa

[...] parque linear por sistema contínuo de áreas verdes ao longo de fundos de vale, com objetivos de preservação e recuperação do ambiente natural e escoamento e retenção natural das águas, além de configurar um espaço de uso público para lazer e mobilidade ativa. Os parques lineares são implantados ao longo de cursos d'água e do sistema viário – ou seja, elementos lineares da paisagem urbana.

Com prestação de serviços hidrológicos, ambientais, paisagísticos e sociais. Os parques lineares são corredores de área verde com potencial de interligar manchas verdes, tanto dentro do perímetro da área urbana quanto além de sua delimitação, que possibilitam abranger diversos interesses (GIORDANO, 2004), tais como:

- Favorecem o manejo das águas pluviais por manter a área de várzea maior dos rios e córregos, que servem de espaço de inundação durante os períodos de chuvas intensas;
- Auxiliam no desencorajamento de ocupação irregular do solo em áreas de proteção ambiental;
- Integram projetos de recuperação ambiental ao longo de rios e ao redor de lagos;

- Criam áreas de recreação e revitalização ao longo de trilhas abandonadas;
- Atuam como corredores naturais possibilitando o deslocamento de espécies;
- Contemplam rotas cênicas ou históricas, ao longo de estradas, rodovias, rios e lagos.

Historicamente, segundo Franco (2008), no Brasil os parques eram criados com a finalidade de propiciar espaços para preencher o tempo livre dos cidadãos, enquanto a função de espaço livre regulador bioclimático e provedor de qualidade ambiental para a cidade era ignorada. Valorizava-se mais a estética do desenho do parque, ligada a convenções culturais importadas de outros países mais desenvolvidos, do que a necessidade de conservar os recursos naturais.

Hoje essa discussão se amplia e os conceitos estéticos começam a ser validados apenas se assentados em um planejamento ambiental de larga escala, em que o entendimento dos processos naturais seja considerado na elaboração do desenho ambiental urbano. Assim, “as convenções e regras estéticas devem situar-se num contexto que subentendam a conjugação dos determinantes biofísicos e socioculturais” (FRANCO, 2008).

Dessa forma, os parques lineares passaram a ser percebidos por sua contribuição na conservação ambiental, desempenhando papel para além de um espaço de lazer, convivência e mobilidade para o ser humano e de embelezamento da paisagem, criam espaços que provêm diversos SE como: corredores de ventilação favorecem maior umidade do ar, a oxigenação, melhoria do microclima da região; protege elementos naturais e recebe o extravasamento de rios e córregos, contribuindo assim para o desenvolvimento sustentável (GIORDANO, 2004). E também, podem atender aos requisitos de elemento de requalificação ambiental urbana sendo um componente da trama verde-azul, na qual os corpos hídricos e os parques adjacentes se interligam permitindo a recuperação de um maior número de conexões ecossistêmica (FALKENMARK, *et al.*, 2006).

Há ainda a questão da disputa por espaços em cidades densamente povoadas, onde os fundos de vale foram transformados em corredores de veículos automotores de transporte individual e/ou ainda de corredores de transporte de mercadorias. Para se pensar a cidade de forma planejada é necessário ter em mente que todo o contingente que usa tais vias para se deslocar irá demandar outros modais de transporte havendo a necessidade de conexão entre as políticas de restauração ambiental dos fundos de vale com a logística de transporte urbano, tanto de pessoas como de cargas. A Figura 6 apresenta o parque linear Caulim em Parelheiros e o parque linear Tiquatira em São Paulo.

**Figura 6 – Parque linear Caulim em São Paulo (a);
Parque linear Tiquatira em São Paulo (b)**



Fonte: PMSP (2022).

Quando se pensa nas funções e oportunidades que os parques lineares têm o potencial de ofertar aos centros urbanos é necessário saber que também há impeditivos do uso dos rios urbanos, sendo um deles a falta de saneamento básico, o que inviabiliza os usos dos corpos de água para recreação, abastecimento e ainda elimina a vida ali presente (MEDEIROS, 2016).

Após a consolidação do saneamento básico, a atenção à recuperação dos corpos d'água é imediata, o que demanda a necessidade de técnicas de recuperação de córregos e rios e as etapas envolvidas nesse processo (ALENCAR, 2017). E dentro desse contexto temos a poluição difusa.

A poluição difusa é gerada pelo escoamento superficial em áreas urbanas, proveniente da deposição de poluentes, de maneira distribuída, sobre a área contribuinte da bacia hidrográfica, por isso as redes de drenagem urbana veiculam elevadas cargas de poluentes, constituindo uma das principais fontes de degradação dos corpos de água (BRITES; GASTALDINI, 2005).

Esta poluição apresenta-se de forma bastante diversificada e depende de fatores como os usos do solo e sua intensidade, tal como a densidade populacional, estações do ano, topografia, geologia e as características e frequência das precipitações. Entre as atividades que compreendem a poluição difusa estão as atividades rurais, deposição atmosférica e o escoamento superficial urbano. Ainda se incluem, neste tipo de poluição, as ligações cruzadas de esgotos e os efluentes de fossas sépticas no sistema pluvial, tendo, entretanto, forma de veiculação diferente (PORTO, 1995; SSRH, 2016). Estas cargas diferenciam-se daqueles originadas pela lavagem das superfícies, e podem ser consideradas como contribuições pontuais.

Pesquisas realizadas no Brasil e em várias partes do mundo, mostram que a poluição difusa contribui com uma parcela considerável da carga poluidora total lançada nos corpos hídricos urbanos, chegando a ser maior que

30% da carga total (MORIHAMA, *et al.*, 2012; MOURA, 2013; YAZAKI *et al.*, 2007).

O recobrimento das áreas de várzeas e dos fundos de vale por vegetação contribui para que parte da poluição difusa, a que é carregada pelo escoamento superficial e cai diretamente nos corpos d'água seja capturada e não cheguem aos rios e córregos, contribuindo dessa forma na melhoria da qualidade de suas águas.

Prover o bem-estar das pessoas nas cidades evitando a perda da biodiversidade e a degradação dos ecossistemas é um dos frequentes desafios encontrados em meios urbanos. Até o final de 2050, espera-se que mais de 66% da população mundial viva em cidades (ONU, 2019), intensificando a demanda crescente por recursos naturais e reforçando, portanto, a necessidade de potencializar a provisão dos serviços ecossistêmicos nas cidades e pensar em meios que busquem recuperar o meio ambiente natural é uma demanda crescente.

Discussões e conclusões

A remoção da vegetação provoca uma série de alterações em todo o ecossistema, sendo resultado da urbanização e industrialização aliadas ao aumento da densidade populacional e da impermeabilização do solo.

As condições favoráveis dos centros urbanos proporcionam o crescimento populacional, que demanda mais infraestrutura e alimentos. Além disso, quando não há programas e políticas públicas que deem suporte a práticas sustentáveis para suprir essas necessidades, o desenvolvimento nos centros urbanos se dá de forma caótica.

Nos centros urbanos, os rios e córregos já são um problema, principalmente durante os períodos chuvosos e por conta da ocupação não planejada. Há também as perdas e os danos causados por enchentes e inundações, que estampam as primeiras páginas dos jornais. Existe ainda a poluição difusa, que traz para os cursos d'água resíduos gerados em toda a bacia, inclusive no ar, agravando o problema de degradação ambiental.

As margens desses rios eram locais férteis e propícios ao desenvolvimento de vegetação, mesmo durante os períodos mais secos, e as pessoas, em contato com esse microssistema, entendiam e aprendiam a sua importância. Em cidades como São Paulo, onde as avenidas de fundos de vale substituíram há tempos a zona ripária, esse contato deixou de existir, criando-se uma desconexão entre a função (repetição) ambiental e a percepção das pessoas. De fato, é muito comum ouvir dos habitantes do entorno de um córrego urbano que preferiam vê-lo concretado e tamponado para esconder o lixo e reduzir o mau cheiro.

A supressão das áreas marginais e sua vegetação provoca também alterações no balanço hídrico da região e no ciclo hidrológico e contribui para o déficit hídrico, marcado pelo descompasso entre a demanda de consumo e a disponibilidade hídrica natural da bacia.

Os corpos d'água sem vegetação nas margens perdem a capacidade de conservar umidade, conter a poluição de origem difusa, mitigar as ilhas de calor e amortecer cheias. Ao mesmo tempo, não contribuem para o controle de vetores de doenças, a eficiência energética, a melhoria da qualidade do ar, o sequestro de CO₂, a biodiversidade, o bloqueio de sons e ruídos e a formação de habitat para outras formas de vida (SPANGENBERG, 2010).

A mata ciliar ou mata ripária, que exerce funções protetoras nos sistemas naturais bióticos e/ ou abióticos (DURIGAM; SILVEIRA, 1999), tem estrutura própria e propicia condições ambientais diversas com grande heterogeneidade, sendo local ideal de abrigo de diversas espécies (VEDOVATTO, *et al.*, 2009).

Para além das questões técnicas, as discussões devem nortear o entendimento de que os projetos de infraestrutura verde podem ser os trabalhos mais duradouros de nosso tempo, se os trabalharmos de forma a conectá-los às pessoas (CORMIER *et al.*, 2008). Sendo essencial quando se estabelece a ligação com o bem-estar humano, tornando, assim, a trama verde-azul um elo entre processos hídricos, hidrológicos e sociais.

O uso de dispositivos de infraestrutura verde de forma corrente tem potencial para reduzir os impactos diversos causados pela urbanização e outras atividades humanas e melhorar a oferta de serviços ecossistêmicos, contribuindo, conseqüentemente, para o bem-estar dos seres vivos nas cidades.

REFERÊNCIAS

ALENCAR, Juliana Caroline da Silva. *Bacias Hidrográficas Urbanizadas: renaturalização, revitalização e recuperação*. Um estudo da bacia do Jaguaré. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017.

BENEDICT, Mark; McMAHON, Edward. *Green infrastructure*. Washington, DC: Island Press, 2006.

BIAGOLINI, Carlos Humberto. *Método avaliativo e qualitativo de parques lineares da cidade de São Paulo-SP*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Sorocaba, 2018

CAPARRÓS-MARTÍNEZ, José Luis *et al.* Green infrastructure and water: an analysis of global research. *Water*, v. 12, n. 6, p. 1760, 2020.

CARVALHO, Celso Santos *et al.* (org.). *Mapeamento de riscos em encostas e margens de rios*. Brasília: Ministério das Cidades e Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2007.

CENGIZ, Bülent. Urban river landscapes, advances. in *Advances in Landscape Architecture IntechOpen*, London, 2013.

COHEN-SHACHAM, Emmanuelle *et al.* Nature-based solutions to address global societal challenges. *Gland*, Switzerland, International Union for Conservation of Nature, 2016.

DELPHIN, Sonia *et al.* Urbanization as a land use change driver of forest ecosystem services. *Land Use Policy*, v. 54, p. 188-199, 2016.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA (DAEE). “*Terceiro Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT 3*” Net, dez. 2012. Seção – Resumo Executivo. Disponível em: <http://www.dae.sp.gov.br/site/macrodrenagem>. Acesso em: 3 dez. 2021.

EMERALD Necklace Conservancy “Emerald Necklace Map”. In: EMERALD Necklace Map (EUA). Massachusetts, 2021. Disponível em: <https://www.emeraldnecklace.org/> Acesso em: 20 dez. 2021.

FRANCO, Maria de Assunção Ribeiro. Infraestrutura verde em São Paulo: o caso do corredor verde Ibirapuera-Villa Lobos. *Revista Labverde*, n. 1, p. 135-154, 2010.

FREIRE, Anita Rodrigues. *As várzeas urbanas de São Paulo: o processo de ocupação e transformação das várzeas dos rios Tietê, Pinheiros e Tamanduateí*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

FRIEDRICH, Daniela. *O parque linear como instrumento de planejamento e gestão das áreas de fundo de vale urbanas*. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2007.

GIORDANO, Lucília do Carmo. *Análise de um conjunto de procedimentos metodológicos para a delimitação de corredores verdes (greenways) ao longo de cursos fluviais*. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

MARYLAND Department of Natural Resources “Green Infrastructure”. In: MARYLAND Department of Natural Resources (EUA). Maryland, 2021. Disponível em: <https://dnr.maryland.gov/land/Pages/Green-Infrastructure.aspx>. Acesso em: 20 dez. 2021.

MCCABE, Declan. Rivers and streams: life in flowing water. *Nature Education Knowledge*, v. 1, n. 4, p. 1-14, 2010.

MEDEIROS, José Marcelo Martins. *Parques lineares ao longo de corpos hídricos urbanos: conflitos e possibilidades: o caso da orla do lago Paranoá-DF*. Tese (Doutorado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

MONTEIRO, Renato *et al.* Green infrastructure planning principles: An integrated literature review. *Land*, v. 9, n. 12, p. 1-19, 2020.

MORIHAMA, Ana; DANIEL, Carolina *et al.* Integrated solutions for urban runoff pollution control in Brazilian metropolitan regions. *Water Science and Technology*, v. 66, n. 4, p. 704-711, 2012.

MOURA, Newton Célio Becker de. *Biorretenção tecnologia ambiental urbana para manejo das águas de chuva*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo 2013.

OLIVEIRA, Eduardo Mendes *et al.* Aplicação do desenho ambiental para a bacia do córrego das corujas: potencialidades e limitações na implantação de um parque linear. *Revista Labverde*, n. 4, p. 31-62, 2012

OLIVEIRA, Valéria Nagy Campos. Soluções baseadas na natureza (SBN) e drenagem urbana em cidades latino-americanas: desafios para implementar soluções fluidas em ambientes rígidos. *Revista Labverde*, v. 11, n. 1, p. 73-94, 2021.

ORGANISATION For Economic Co-Operation And Development (OECD). *Control of Water Pollution from Urban Runoff*. Paris, 1986.

PEREIRA, Maria Cristina Santana *et al.* Potencial de aplicação de infraestrutura verde na bacia de drenagem do córrego Belini. *Revista Labverde*, v. 9, n. 2, p. 35-60, 2019.

PILLAR, Valerio de Patta. Clima e vegetação. *Departamento de Botânica*, n. 3, p. 1-11, 1995.

PINKHAM, Richard. *Daylighting: New life for buried streams*. Colorado: Rocky Mountain Institute, 2000.

PREFEITURA do Município de São Paulo. “Parques”. São Paulo: Secretaria do Verde e Meio Ambiente, 2021. Disponível em: https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/meio_ambiente/parques/. Acesso em: 25 jan. 2022.

SPANGENBERG, Jörg. *Natureza em megacidades: serviços ambientais da floresta urbana*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2019.

TRAVASSOS, Luciana Rodrigues Fagnoni Costa. *Revelando os rios: novos paradigmas para a intervenção em fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo*. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

TRENTIN, Gracieli; SIMON, Adriano Luís Heck. *Análise da ocupação espacial urbana nos fundos de vale do município de Americana-SP, Brasil*. Americana-SP, 2007. Disponível em: <http://observatoriogeograficoamericalatina.org.mx>. Acesso em: 15 fev. 2022.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli; BERTONI, Juan Carlos (org.). *Inundações urbanas na América do Sul*. Porto Alegre: Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003.

VEDOVATTO, Minéia *et al.* Importância da recuperação de matas ciliares degradadas para conservação da biodiversidade no município de Campo Verde-MT. In: REUNIÃO ANUAL DA SBPC, NET, 2009. *Anais [...]*. [S.l.], 2009. Disponível: <http://www.sbpcnet.org.br/livro/61ra/resumos/resumos/6048.htm>. Acesso em: 20 fev. 2022.

YAZAKI, Luiz Fernando Orsini *et al.* “Uso potencial de sistemas mistos de esgotos e águas pluviais para redução da poluição hídrica em bacias urbanas”. In: 17TH SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 2007. São Paulo. *Anais [...]*. São Paulo: ABRH, 2007. p. 25-29.

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS EM ÁREAS DE INTERESSE PARA A PROTEÇÃO DE MANANCIAS DA SEDE URBANA DO MUNICÍPIO DE NOVA FRIBURGO/RJ

Rodrigo Campos
Hugo Portocarrero

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização

Introdução

Neste capítulo são identificados e descritos os programas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA) em desenvolvimento na bacia hidrográfica do Rio Grande, na sede urbana do município de Nova Friburgo, no estado do Rio de Janeiro, relacionando-os às metodologias de divisão e ordenamento territorial adotadas para a conservação ambiental e dos recursos hídricos. Tendo como foco as Áreas de Interesse para a Proteção de Mananciais e as suas respectivas estruturas gerenciais governamentais, este capítulo tem como proposta gerar subsídios para trabalhos institucionais posteriores, visando o aprimoramento da conservação dos recursos hídricos localizados no recorte espacial em análise.

Ordenamento territorial e gestão de recursos hídricos

Segundo Machado (1997), o território representa:

[...] uma parcela do espaço terrestre identificada pela posse, uma área de domínio de uma comunidade ou estado... A territorialidade é definida por Soja como “um fenômeno de comportamento associado à organização do espaço em esferas de influência ou em territórios nitidamente delimitados, que assumem características distintas e podem ser considerados como exclusivos de quem os ocupa e de quem os define”.

De acordo com Mauro *et al.* (2017), o ordenamento territorial:

[...] é a regulação das ações que têm impacto na distribuição territorial da população, nas atividades produtivas, nos espaços de conservação

ambiental, dos equipamentos e de suas tendências, assim como a delimitação de territórios.





Segundo os mesmos autores, o planejamento territorial pode se constituir em uma ferramenta para pôr em prática o processo de desenvolvimento territorial que contribua para o melhoramento das condições ambientais vigentes e desenvolvimento da cidadania.

No Brasil, a Constituição Federal de 1988 enfatizou os ordenamentos territorial e regional como instrumentos de planejamento, elementos de organização e de ampliação da racionalidade espacial de ações e políticas públicas.

Instrumentos de gestão territorial

No Brasil, e especialmente no estado do RJ, os instrumentos legais de gestão territorial relacionados a proteção do meio ambiente e gestão de recursos hídricos convergem em muitos de seus objetivos. Na Figura 1 são relacionados instrumentos de gestão territorial com alguns desses pontos relevantes de conexão.

Figura 1 – Instrumentos de gestão territorial relevantes ao tema

Política Nacional de Recursos Hídricos Lei 9433/1997 Art. 3º, Inciso III		<u>Diretriz:</u> “ <i>integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental</i> ”
Política Estadual de Recursos Hídricos - RJ Lei 3239/1999 Art. 4º, Inciso IV		<u>Diretriz:</u> “ <i>Integração e harmonização, entre si, da política relativa aos recursos hídricos, com as de preservação e conservação ambientais</i> ”
Política Nacional de Meio Ambiente - RJ Lei 6938/1981 Art. 2º, Inciso II		<u>Princípio:</u> “ <i>Racionalização do uso do solo, da água e do ar</i> ”
Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC Lei 9985/2000 Art. 4º, Inciso VIII		<u>Objetivo:</u> “ <i>proteger e recuperar recursos hídricos e edáficos</i> ”

Fonte: Os autores.

Bacia Hidrográfica

De acordo com Lima e Nery (2017), a bacia hidrográfica como unidade de planejamento ganhou maior reconhecimento quando da promulgação da Lei nº 9443 de janeiro de 1997 (Lei das Águas). Posteriormente, foram criados vários

comitês de bacias hidrográficas e o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos começou a ser implementado. A bacia hidrográfica, enquanto espaço de planejamento e de gestão não somente dos recursos hídricos, mas também de suas interações ambientais, representa uma unidade de gestão em que se procura compatibilizar as múltiplas interações culturais, econômicas e sociais de uma região, passando também a buscar o desafio de trabalhar a questão da governança.

Unidades de conservação

De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Unidade de Conservação representa:

[...] um espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção (BRASIL, 2000).

Apesar das unidades de conservação serem oficialmente instrumentos de implementação da política ambiental, na prática, se tornam também ferramentas que ajudam a garantir a integridade dos recursos hídricos, sendo importantes, sobretudo, em regiões maior densidade demográfica, nas quais os corpos d'água são mais intensamente utilizados para o abastecimento humano.

Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais

O governo fluminense lançou em 2018 o Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do RJ, definindo subsídios ao planejamento e ordenamento territorial relacionados aos recursos hídricos no estado. Segundo o Atlas, os mananciais de abastecimento público:

[...] correspondem aos corpos hídricos subterrâneos ou superficiais, fluentes, emergentes ou em depósito, efetiva ou potencialmente utilizados para o abastecimento da população. Constituem parte integrante dos sistemas de abastecimento de água para consumo, fornecendo água bruta a uma comunidade para fins de consumo doméstico, serviços públicos e outros usos (SEAS, 2018).

Ainda de acordo com o Atlas, as Áreas de Interesse para a Proteção de Mananciais (AIPMs), por sua vez, são “as porções do território de interesse (de políticas) para ordenamento e proteção, de modo a manter a disponibilidade de água e impedir a sua contaminação por atividades antrópicas” (SEAS, 2018).

Pagamento por serviços ambientais

O Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) pode ser entendido como um instrumento econômico que tem por objetivo garantir o provimento dos serviços ecossistêmicos e ambientais, através da transferência de recursos ou benefícios, da parte que se aproveita da preservação dos serviços, para a parte que contribui “ativamente” para esse propósito. O princípio orientador dessa relação é o chamado princípio “protetor-recebedor” (GUEDES; SEEHUSEN, 2011 *apud* SILVA, 2018).

A nível federal, destaca-se o Programa Produtor de Água, o qual:

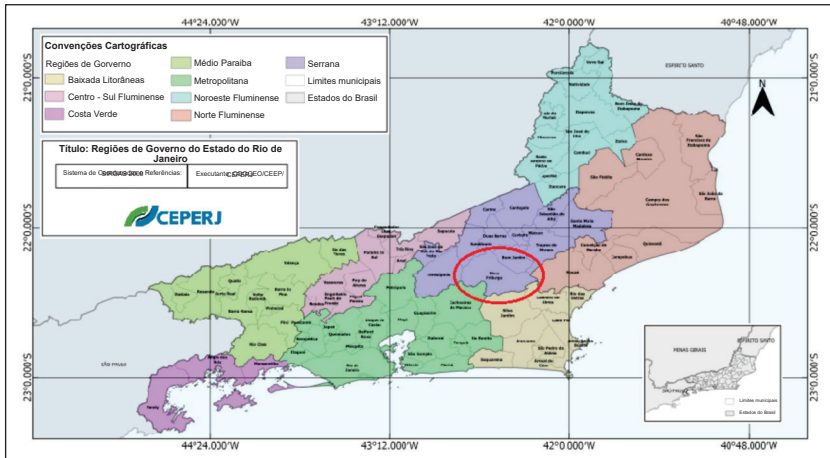
[...] é efetivado por meio da execução de projetos locais de PSA, distribuídos por todo o território nacional. Estes projetos são conduzidos por instituições que, em parceria com a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), viabilizam recursos técnicos e financeiros para a revitalização ambiental de bacias hidrográficas de importância estratégica para a região em que estão inseridas. [...] O programa tornou-se uma ferramenta de articulação entre a ANA, os usuários e o setor rural, sob a ótica da articulação da gestão ambiental, de recursos hídricos e de uso do solo, visando à recuperação de bacias hidrográficas por meio da promoção da melhora da qualidade, ampliação de oferta e regularização da vazão dos corpos hídricos a partir do PSA (ANA, 2012 *apud* SILVA, 2018) .

No estado do RJ foi criado e regulamentado pelo Decreto Estadual nº 42.029/2011 o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA). Segundo este Decreto, são considerados serviços ambientais passíveis de remuneração “as práticas e iniciativas de proprietários rurais do estado do Rio de Janeiro que favoreçam a conservação, manutenção, ampliação ou restauração de ecossistemas e seus benefícios” (INEA, 2022). O PRO-PSA está subordinado ao Programa Estadual de Conservação e Revitalização de Recursos Hídricos (Prohidro), e seus investimentos devem priorizar as áreas rurais e os mananciais de abastecimento público.

Caracterização ambiental do recorte espacial

O município de Nova Friburgo localiza-se na Região Serrana do estado do RJ, de acordo com a regionalização oficial do governo definida pela Lei Estadual nº 1.227/1987 (Figura 2). De acordo com o IBGE (2022), possui um território de 935 km² e população estimada de 191.664 habitantes em 2021, com cerca de 62% residindo na área urbana, de acordo com o Censo Demográfico de 2010.

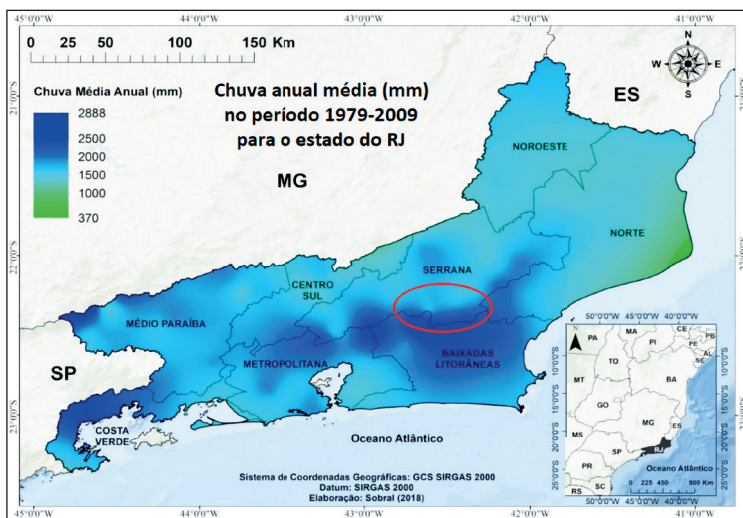
Figura 2 – Localização de Nova Friburgo dentro do contexto das regiões administrativas do Estado do RJ



Fonte: Adaptado de CEPERJ (2022).

Nova Friburgo possui em seu território, de acordo com a classificação climática de Köppen, os climas subtropicais de altitude e subtropical oceânico. De acordo com as normais climatológicas locais, as temperaturas variam de 13,8°C a 24,3°C ao longo do ano, com uma precipitação média anual de 1.585,62 mm (SOBRAL *et al.*, 2018, ver Figura 3), evaporação média anual de 605,3mm e umidade relativa média anual de 80% (GUERRA; EHRlich, 2016).

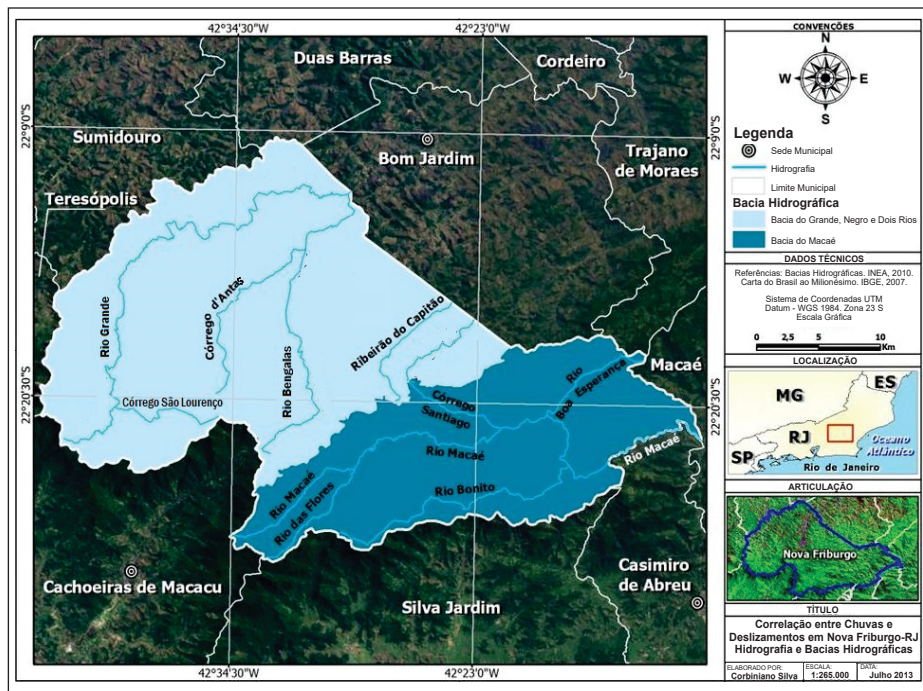
Figura 3 – Chuva anual média (mm) 1979-2009 no RJ



Fonte: Adaptado de Sobral *et al.* (2018).

Por estar inserida em uma região com relevo predominantemente montanhoso, o município de Nova Friburgo possui uma densa rede de drenagem compreendendo duas principais bacias hidrográficas: a do Rio Grande e a do Rio Macaé (Figura 4).

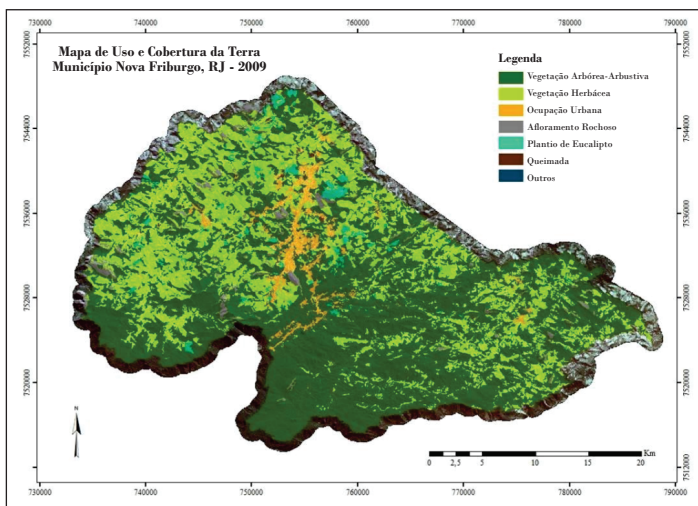
Figura 4 – Bacias Hidrográficas de Nova Friburgo



Fonte: Adaptado de Oliveira (2014).

Quanto ao uso e cobertura do solo, Nova Friburgo está inserido integralmente no bioma da Mata Atlântica, com predominância do domínio da floresta ombrófila densa submontana a altomontana, além de pequenos fragmentos de floresta estacional semidecidual, campos de altitude e afloramentos rochosos. Segundo Garcia e Francisco (2013), possui “cerca de 60% de cobertura arbórea-arbustiva nativa”, na qual encontram-se a maior parte das nascentes e mananciais de abastecimento público do município (Figura 5).

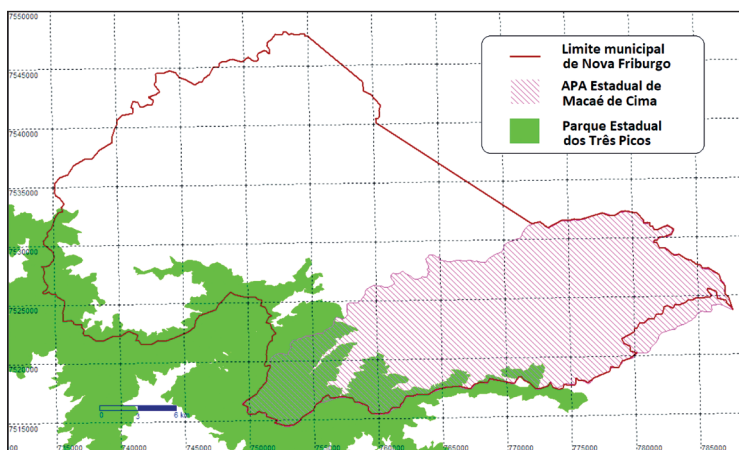
Figura 5 – Cobertura do solo Nova Friburgo



Fonte: Garcia e Francisco (2013).

Para a proteção desse patrimônio, o município conta com várias unidades de conservação, administradas pelo município, pelo estado e reservas particulares (RPPNs), estas últimas chanceladas tanto pelo Estado quanto pela União (Figura 6). Dentre todas, destacam-se, devido à dimensão territorial e grau de implantação, o Parque Estadual dos Três Picos e a Área de Proteção Ambiental Estadual de Macaé de Cima, ambas administradas pelo Instituto Estadual do Ambiente (INEA), tendo a proteção dos recursos hídricos como um de seus principais objetivos.

Figura 6 – Unidades de Conservação estaduais em Nova Friburgo



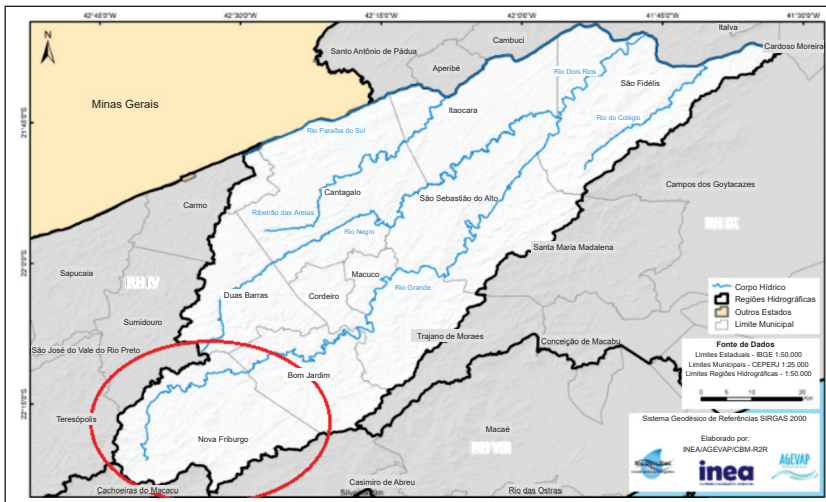
Fonte: Os autores (com dados disponibilizados no Portal GeoINEA).

Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios

Segundo a regionalização adotada pelo Governo do Estado para a gestão ambiental de seu território, a bacia hidrográfica do Rio Grande faz parte da Região Hidrográfica VII – Rio Dois Rios (RH-VII) (ver Figura 7), cujos rios principais são o Bengalas, o Negro, o Grande e o Dois Rios, pertencentes à margem direita do curso médio inferior do Rio Paraíba do Sul.

Para promover a gestão da água na RH-VII, o Comitê de Bacia Hidrográfica do Rio Dois Rios (CBH-R2R) foi reconhecido e qualificado pelo Decreto Estadual nº 41.472/2008. A área de atuação do CBH abrange integralmente os municípios de Bom Jardim, Cantagalo, Cordeiro, Duas Barras, Itaocara, Macuco e São Sebastião do Alto e, parcialmente os municípios de Carmo, Nova Friburgo, Santa Maria Madalena, Trajano de Moraes e São Fidélis.

Figura 7 – RH VII – Rio Dois Rios

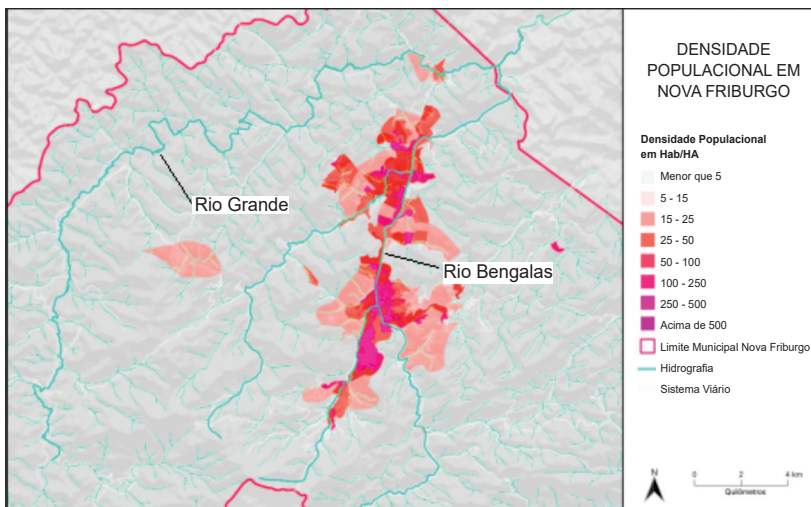


Fonte: Adaptado de CBH-R2R (2022).

Áreas de Interesse para Proteção de Mananciais em Nova Friburgo

O núcleo urbano principal de Nova Friburgo, localizado no distrito-sede do município, encontra-se integralmente inserido na bacia hidrográfica do Rio Grande, mais especificamente na sub-bacia do Rio Bengalas, o qual corta o centro da cidade.

Figura 8 – Densidade populacional em Nova Friburgo, com destaque para área urbana do distrito-sede do município e localização dos rios principais



Fonte: Adaptado de Leite *et al.* (2021).

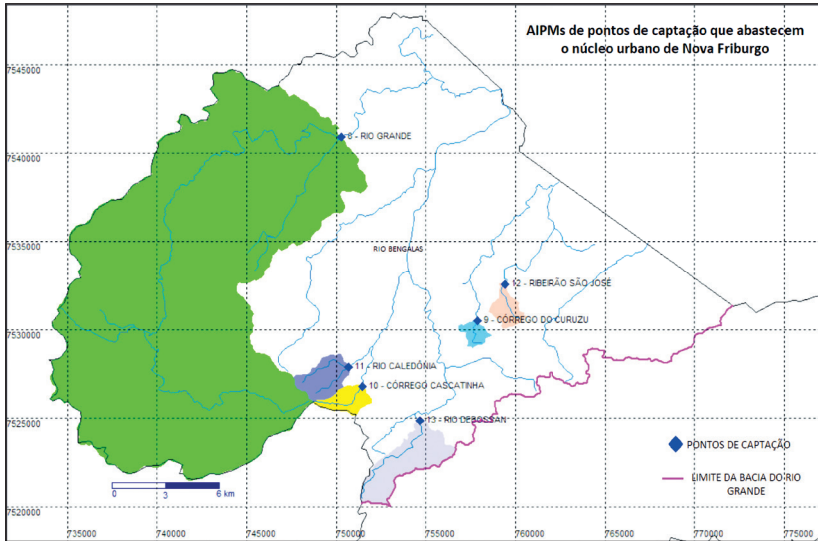
Segundo informações do Atlas dos Mananciais, para o abastecimento público de água a empresa Águas de Nova Friburgo S.A., concessionária desse serviço no município, opera 15 pontos de captação e 13 estações de tratamento de água (ETAs). Desses, 6 pontos de captação e 5 ETAs atendem a sede urbana do município (a ETA Caledônia também trata a água da captação do Córrego Cascatinha). E para esses pontos de captação foram delimitadas as respectivas AIPMs.

Figura 9 – Informações dos pontos de captação e respectivas AIPMs do Sistema de Abastecimento de Nova Friburgo

AIPM	Sistema de Abastecimento	Municípios Atendidos	Nome do Curso d'água	Área da AIPM (ha)	População atendida no Distrito - sede	Vazão captada (l/s)	Tipo de Sistema	Operador	Nível de Sobreposição
8	Sistema Nova Friburgo	Nova Friburgo	Rio Grande - Rio Grande de Cima	23.602	87.133	270,5	Isolado	Águas de Nova Friburgo	3
9			Córrego do Curuzu - Córrego Alto Curuzu	144	13.131	40			3
10			Córrego Cascatinha	498	3.329	10,3			3
11			Rio Caledônia	297	17.432	54,1			3
12			Ribeirão São José	264	4.735	14,7			3
13			Rio Debossan	1.005	46.590	144,6			3

Fonte: Adaptado de SEAS (2018).

Figura 10 – AIPMs de pontos de captação que abastecem o núcleo urbano sede de Nova Friburgo



Fonte: Os autores (com dados disponibilizados no Portal GeoINEA).

De acordo com o Atlas, o nível de sobreposição da AIPM pode ser entendido pelo “número total de pontos de captação para os quais aquele território contribui, ou seja, quanto maior o nível, maior a relevância para o abastecimento público”.

As AIPMs 8 a 13 são consideradas nível 3 e constituem, portanto, áreas de maior prioridade na RH-VII em relação a esse critério, isso porque contribuem para os pontos de captação a jusante dessas áreas drenantes, inclusive fora do território de Nova Friburgo. A AIPM 8 (Rio Grande), com 23.602 hectares, e a AIPM 13 (Rio Debossan), com 1.005 hectares atendem a 133.723 habitantes do distrito-sede, protegendo assim mananciais de extrema relevância na região, em função da representatividade da população atendida.

Iniciativas de PSA na bacia do Rio Grande

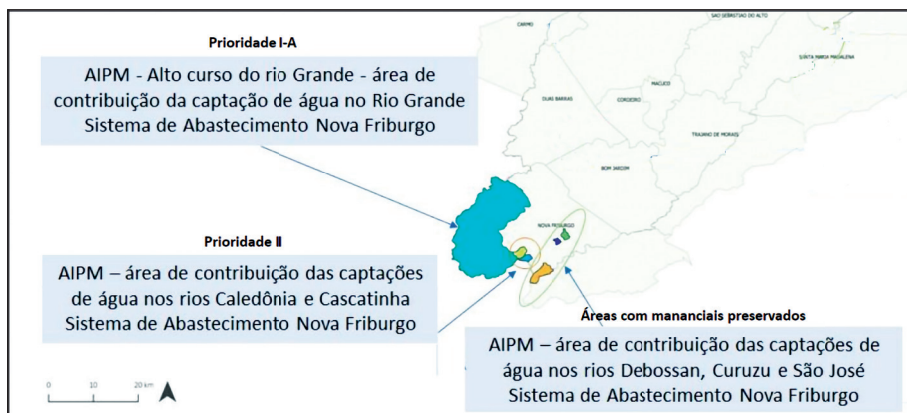
Na área de atuação do CBH-R2R, há o Projeto Diagnóstico e Intervenção (Resolução CBH-R2R n° 066/2020), incluído no Programa Mananciais CEIVAP. É uma iniciativa do CBH-R2R e contempla a identificação de áreas prioritárias, a partir de critérios técnicos, o diagnóstico das áreas de importância para a preservação de mananciais dentro da RH VII, ações de intervenção, que proporcionem a melhoria da qualidade e quantidade de água, entre outros componentes:

[...] A iniciativa prevê o desenvolvimento e implementação de projetos pilotos nas áreas prioritárias, de forma a determinar seu estado atual, assim como, propor e implementar ações necessárias. Para tal, são firmadas parcerias e arranjos institucionais para execução dos projetos nas microbacias alvo. Neste processo, os proprietários das terras situadas nas áreas que receberão projetos de intervenção são sensibilizados e mobilizados a participar do projeto, sendo elaborados, conjuntamente, planos de ação e formalizados acordos (CBH-R2R, 2020).

De acordo com a Resolução CBH-R2R nº 066 (CBH-R2R, 2020), o comitê entendeu “ser estratégico identificar áreas prioritárias para fins de investimentos e adotar a lógica de aplicação de ‘recursos semente’, isto é, um montante a ser investido em ações que tenha alto potencial de sensibilização da comunidade”. Essa identificação foi orientada pelos estudos publicados no Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do RJ, o qual aponta que áreas de “alta” a “muito alta” prioridade para proteção de mananciais foram observadas em mais de 40% da RH-VII, distribuídas nos diversos municípios da RH, incluindo Nova Friburgo. Tais áreas caracterizam-se, principalmente, pelos índices elevados de fragilidade ambiental, composta pela degradação das áreas de preservação permanente (APPs) e pela suscetibilidade à erosão.

Com base neste estudo, foi elaborada a Nota Técnica AGEVAP nº 129/2018/DRH, que teve como objetivo apoiar o CBH-R2R na priorização de áreas para fins de investimento de recursos da cobrança pelo uso da água no Projeto Diagnóstico e Intervenção (AGEVAP, 2018). A partir destas informações, foram apontadas como prioritárias as seguintes áreas (Figura 11):

Figura 11 – AIPMs prioritárias da bacia do Rio Grande em Nova Friburgo



Fonte: Adaptado de CBH-R2R (2020).

Para cada área priorizada pelo CBH-R2R estão sendo desenvolvidos critérios para identificação de áreas estratégicas para a implementação das ações de intervenção. Tais critérios terão como base questões relativas à mobilização/organização social, áreas prioritárias para restauração florestal, relevância biológica para conservação da biodiversidade, entre outros, que serão adaptados às realidades locais (CBH-R2R, 2020).

O Projeto Diagnóstico e Intervenção não é essencialmente um projeto de pagamento por serviços ambientais, pois não implica, pelo menos até o momento, no pagamento de recursos financeiros a atores sociais que implementam boas práticas ambientais. Entretanto, ele envolve a realização de intervenções diretas visando a melhoria da qualidade ambiental em propriedades particulares localizadas na bacia e, portanto, é considerado pelo próprio comitê como a consolidação da política de PSA do CBH-R2R (AGEVAP, 2021).

Por fim, destaca-se a parceria firmada entre o CBH-R2R e a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do RJ (EMATER) através de um Acordo de Cooperação Técnica. Segundo a EMATER, muitos agricultores demandam projetos voltados para a adoção de boas práticas agrícolas e ambientais. Nesse sentido, a atuação conjunta do CBH-R2R através do Projeto Diagnóstico e Intervenção é necessária e estratégica (AGEVAP, 2021):

O acordo visa o desenvolvimento e implantação de ações em unidades demonstrativas com objetivo de contribuir com a melhoria das condições técnicas e econômicas dos produtores rurais, promovendo a substituição ou adoção de formas mais adequadas de uso e manejo do solo [...] nas áreas críticas para a proteção dos recursos hídricos na RH-VII. [...] Dentre as ações em parceria, estão previstas reuniões técnicas para definição da metodologia de ação conjunta e identificação das microbacias e produtores alvo do projeto; atualização dos diagnósticos das microbacias; mobilizações comunitárias; e a implantação de boas práticas agrícolas e socioambientais nas microbacias priorizadas (AGEVAP, 2021).

Conclusões

As poucas iniciativas de PSA em Nova Friburgo estão em estágios iniciais de implantação e esbarram nos recursos financeiros limitados, na alta burocracia existente em suas engrenagens, na complexidade técnica de implantação e na baixa adesão social aos espaços de deliberação. Portanto, ainda não contribuem significativamente para a proteção efetiva dos recursos hídricos face à dimensão territorial, à grande quantidade de corpos hídricos e aos conflitos existentes entre a atividade humana (urbana e rural) e o meio ambiente natural do município.

No caso da bacia do Rio Grande em Nova Friburgo, de abrangência do CBH-R2R, o Projeto Diagnóstico e Intervenção, como dito anteriormente, não é exatamente um PSA por não envolver transferência de recursos financeiros diretamente aos proprietários, porém pode ser tratado como tal, tendo em vista que implica em investimento público em áreas particulares com o objetivo de aumentar a oferta de serviços ecossistêmicos, beneficiando os proprietários e moradores, sobretudo, no âmbito das microbacias atendidas. Essa forma de investimento para a melhoria da qualidade das águas em escala local pode vir a ser mais efetiva do que o simples repasse monetário de um projeto de PSA convencional quando se trata de regiões nas quais as comunidades carecem muitas vezes de acesso à educação que as permita compreender a necessidade urgente da conservação do meio ambiente. Outro ponto positivo é a adoção da metodologia de priorização de territórios desenvolvida pelo Governo do Estado no Atlas dos Mananciais através das AIPMs, as quais indicam precisamente as áreas nas quais devem ser envidados os maiores esforços de conservação e recuperação ambiental para a melhoria da qualidade e quantidade da água utilizada para o abastecimento público.

Devido à sua riqueza natural e, principalmente, à existência de estruturas de gestão ambiental pública consolidadas, como os CBHs, o Instituto Estadual do Ambiente – INEA através de sua Superintendência Regional e das unidades de conservação estaduais e a Secretaria Municipal de Meio Ambiente – apta à fiscalizar, licenciar e gerenciar suas próprias UCs –, Nova Friburgo possui um grande potencial para que possam ser desenvolvidos em seu território projetos de Pagamento por Serviços Ambientais prestados, sobretudo, pelos pequenos proprietários de terras, e implantadas boas práticas para a conservação dos seus recursos hídricos. Por fim, destaca-se o potencial do projeto PRO-PSA, desenvolvido pelo INEA, órgão que já possui grande presença do município e possui programas de PSA em andamento em outras regiões do estado, podendo desenvolver iniciativas também no território friburguense.

REFERÊNCIAS

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Nota Técnica N° 129/2018/DHR – Apoio à priorização de áreas para aplicação de recursos de compensação ambiental de empresas na região hidrográfica Rio Dois Rios*. Resende-RJ, 2018.

AGEVAP – ASSOCIAÇÃO PRÓ-GESTÃO DAS ÁGUAS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARAÍBA DO SUL. *Revista Quatro Águas*, Resende-RJ, ano IV, edição IV, 2021.

BRASIL. Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC. *Lei Federal n° 9.985 de 18 de julho de 2000*. Brasília, 2000.

CBH-R2R – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOIS RIOS. Disponível em: <http://www.cbhriodoisrios.org.br/index.php>. Acesso em: 2 maio 2022.

CBH-R2R – COMITÊ DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DOIS RIOS. *Resolução CBH-Rio Dois Rios, n° 066 de 19 de junho de 2020*. Dispõe “ad referendum” sobre a institucionalização do Projeto Diagnóstico e intervenção e da aprovação de seu escopo, no âmbito do CBH-R2R. Rio de Janeiro-RJ, 2020.

CEPERJ. Fundação Centro Estadual de Estatísticas, Pesquisas e Formação de Servidores Públicos do Rio de Janeiro. Coordenadoria de Geociências. *Mapas*. Disponível em: https://www.ceperj.rj.gov.br/?page_id=5867. Acesso em: 2 maio 2022.

GARCIA, Mayã; FRANCISCO, Cristiane. Métricas da Paisagem no Estudo da Vulnerabilidade da Mata Atlântica na Região Serrana Fluminense – Nova Friburgo-RJ. XVI SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO – SBSR, 2013. Foz do Iguaçu-PR. *Anais [...]*. Foz do Iguaçu-PR 2013.

GUERRA, Ursula; EHRLICH, Maurício. Retroanálise de rupturas de taludes em Nova Friburgo-RJ. XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE MECÂNICA

DOS SOLOS E ENGENHARIA GEOTÉCNICA – COBRAMSEG, 2016. Belo Horizonte-MG. *Anais [...]*. Belo Horizonte-MG, 2016.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Portal GeoINEA*. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=00cc256c620a4393b3d04d2c34acd9ed>. Acesso em: 17 maio 2022.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. *Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PRO-PSA)*. Disponível em: <https://inea.maps.arcgis.com/apps/MapSeries/index.html?appid=68ed6955a37e-4c4a8ebda9f5c3eb4b2f>. Acesso em: 2 maio 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Cidades@*. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rj/nova-friburgo/panorama>. Acesso em: 2 maio 2022.

LEITE, Carlos *et al.* Oportunidade de adensamento populacional e absorção de população em área de risco de deslizamento: cenários para Nova Friburgo-RJ de 2015 a 2050. *Revista Arquitectos*, Vazios Urbanos, 253.07, 2021. Disponível em <https://vitruvius.com.br/revistas/read/arquitectos/22.253/8130>

LIMA, Ângelo; NERY, Jonas. Revisitando o conceito de bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gestão e a governança das águas. XVII SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA APLICADA. INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS, 2017. Campinas. *Anais [...]*. Campinas-SP: Universidade de Campinas – Unicamp, 2017.

MACHADO, Mônica. *Geografia epistemologia: um passeio pelos conceitos de espaço, território e territorialidade*. Rio de Janeiro-RJ: Departamento de Geografia: Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, 1997.

MAURO, Cláudio; MAGESTE, José; LEMES, Ernane. As bacias hidrográficas como critério para o planejamento territorial. *Revista Caminhos da Geografia*, Instituto de Geografia, Universidade Federal de Uberlândia – UFU, Uberlândia- MG, 2017.

OLIVEIRA, Nathália. *Relação entre chuva e deslizamento em Nova Friburgo-RJ*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro – UFRJ, Rio de Janeiro-RJ, 2014.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – SEAS. *Atlas dos Mananciais de Abastecimento Público do Estado do Rio de Janeiro*. Rio de Janeiro-RJ, 2018.

SECRETARIA DE ESTADO DO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE – SEAS. *Relatório Gerencial do Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado do Rio de Janeiro – PERHI-RJ*. Rio de Janeiro-RJ, 2014.

SILVA, Almaia. *Panorama da aplicação de práticas de conservação de solo e água nos programas de pagamento por serviços ambientais hídricos no estado do Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em Gestão e regulação de Recursos Hídricos) – Universidade do Estado do Rio de Janeiro – UERJ, Rio de Janeiro-RJ, 2018.

SOBRAL, Bruno *et al.* Variabilidade Espaço-Temporal e Interanual da Chuva no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia* (Eletrônica), ano 14, v. 22, jan./jun. 2018.

BELO HORIZONTE HIDROGRÁFICA: passado, presente e apontamentos para um possível futuro

Alessandro Borsagli

Introdução

A água é um elemento essencial para a sobrevivência humana. As sociedades e os cursos d'água possuem uma relação bastante antiga, uma vez que as terras atravessadas pelos rios, ribeirões e córregos sempre foram atrativas para o agrupamento humano nômade ou permanente, tanto pela disponibilidade de áreas agricultáveis quanto pela topografia favorável à ocupação humana, além de outras condicionantes que contribuíram para o desenvolvimento das sociedades ao longo dos séculos.

Nesse contexto, ainda deve ser considerado o fato de que os cursos d'água foram e são utilizados como demarcação territorial, como proteção e como importantes corredores de circulação comercial e populacional, além de fornecer riquezas e possibilidade de conexão entre os povoados e vilas, incrementando o comércio e contribuindo para o controle do território. Ademais, o tecido urbano de uma cidade geralmente se desenvolve a partir do eixo de um curso d'água, que em alguns casos determina e norteia o seu crescimento. A água é uma das garantias da sobrevivência de um núcleo urbano.

No entanto, os rios urbanos das cidades brasileiras são sinônimos de degradação ambiental e desprezados pela sociedade e pelo poder público. Vistos, em geral, como obstáculos no desenvolvimento regular da urbe, a rede hidrográfica que possibilitou a ocupação do território e que historicamente se encontrava integrada à paisagem urbana de diversas cidades, exercendo em alguns casos o papel de eixo norteador da expansão do tecido urbano, elemento de grande valor paisagístico e marco referencial na paisagem, sofre há mais de um século inúmeras intervenções de modo a condicioná-las ao traçado das cidades e ao interesse público e privado.

Nesse sentido, não é possível desassociar as mudanças ocorridas nas sociedades ocidentais nos três últimos séculos em relação ao convívio entre o líquido elemento e a humanidade, em particular no âmbito urbano, ambiental, estético, técnico e de saúde. Deve se compreender que a partir da Revolução Industrial, a relação entre os centros urbanos e a rede hidrográfica começou a se alterar a partir de reordenamentos urbanos que promoveram uma profunda reorganização

do espaço visando a melhoria do sistema de comunicação das vias públicas, a expansão da malha ferroviária e a melhoria da salubridade das cidades, nas quais os cursos d'água passaram a ser vistos como elementos disseminadores de doenças e de insalubridade (PINTO COELHO; HAVENS, 2015).

A reforma de Paris projetada por Georges Eugène Haussmann, entre os anos de 1852 e 1870 e os seus preceitos higienistas e sanitaristas podem ser considerados o ponto de partida nas novas relações estabelecidas entre as cidades e os rios, ressaltando que tais preceitos acabaram por se disseminar em diversos países do continente sul americano, com destaque para a cidade de La Plata na Argentina e para inúmeras cidades do Brasil, que realizariam reformas urbanas entre o final do século XIX e o início do século XX. Nesse novo cenário urbano seria concebida a nova capital de Minas Gerais após a Proclamação da República em 1889 (BORSAGLI, 2019).

A nova capital do Estado de Minas Gerais foi planejada em consonância com os preceitos higienistas e sanitaristas que orientaram as reformas e o saneamento dos principais centros urbanos europeus do período. Concebida e construída entre os anos de 1894 e 1897, o sítio que abrigou a Cidade de Minas (primeira denominação da capital) foi escolhido a partir de um sistemático estudo realizado na freguesia de Belo horizonte, antigo Curral del Rey (MINAS GERAIS, 1893), arraial posteriormente demolido para a construção da nova capital.

Nesse contexto, o processo de degradação e ocultação dos cursos d'água que correm em meio urbano se deu em um espaço de tempo relativamente curto, desde a inauguração da nova capital em 1897 até a consolidação da metrópole na década de 1970, coincidindo com a cobertura dos últimos cursos d'água inseridos no perímetro delimitado pela Comissão Construtora da Nova Capital (CCNC), ao mesmo tempo em que os tamponamentos se expandiram para a bacia do ribeirão da Onça.

Os impactos sobre a rede hidrográfica decorrentes do processo de desenvolvimento urbano de Belo Horizonte são sentidos desde as primeiras décadas do século XX, quando teve início a retificação e a canalização dos cursos d'água inseridos na zona urbana planejada¹⁴ (FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO, 1997) perante a necessidade do contínuo crescimento do tecido urbano da capital e da construção de avenidas de fundo de vale e alargamento das vias planejadas que receberam os canais dos cursos d'água canalizados em seção aberta, acarretando problemas de ordem ambiental, social e sanitária.

A canalização, técnica até então tida como única solução para as questões sanitárias, estéticas e para o controle dos transbordamentos, vem sendo aplicada sistematicamente pelas administrações municipais há quase cem anos. No entanto, não se tem pleno conhecimento por parte da população

14 A zona urbana planejada de Belo Horizonte corresponde ao traçado planejado que se encontra dentro do perímetro da Avenida do Contorno.

dos impactos causados pelo emprego da técnica e pela impermeabilização das vertentes, que contribuem para o aumento da vazão e do escoamento superficial e em consequência os transbordamentos dos fundos de vale, que ocorrem em Belo Horizonte de maneira regular desde a década de 1930.

Sendo assim, o capítulo abordará a questão fluvial (passado, presente e futuro) da cidade de Belo Horizonte, tendo como ponto de partida a relação entre a cidade e a sua rede hidrográfica, um importante elemento que permitiu a escolha do sítio compreendido entre as serras do Curral e da Onça para a construção da nova capital de Minas Gerais.

A abordagem da centenária relação cidade/rio servirá de embasamento para a análise da atual situação das águas da capital mineira, além das consequências causadas pelas profundas intervenções fluviais que ocorrem de maneira ininterrupta na capital há quase um século, ressaltando que o processo de intervenção ocorrida na rede hidrográfica da capital mineira possui estreita ligação com os processos ocorridos nos grandes centros urbanos brasileiros ao longo do século XX.

Passado: coexistência, convívio e ruptura

A relação cidade/rio é um tema que vem sendo abordado por diversos pesquisadores nos últimos anos em diferentes áreas do conhecimento. Nesse contexto, grande parte dos trabalhos abordam a reabilitação dos cursos d'água em meio urbano ou a inserção urbano-paisagístico de um determinado curso d'água que corre sob um determinado centro urbano, entre outros trabalhos que comprovam a importância da rede hidrográfica para a cidade. Muitos dos trabalhos possuem abordagem geográfica, histórica, ambiental, artística, cultural, social e econômica, visto que a rede hidrográfica é um importante elemento de referência na paisagem.

Nesse sentido, é importante analisar a partir do olhar multidisciplinar, as relações entre a evolução do tecido urbano e as intervenções fluviais, uma vez que os antigos centros urbanos do ocidente possuem notável relação com o rio (CASTONGUAY; EVENDEN, 2010), muitas vezes responsável pelo desenho da cidade e pela maneira de ocupação do território que, no caso de Belo Horizonte, exceção feita ao ribeirão Arrudas, não se verifica, ainda que seja uma cidade idealizada, projetada e construída sobre cabeceiras e talvegues, ou seja, a forma em que o sítio foi ocupado e a ruptura que ocorreu a partir de uma ruptura entre o ambiente construído e os elementos naturais são fatores que podem ter contribuído para a consolidação de valores e de percepções negativas sobre a presença dos cursos d'água na cidade.

Dentro dessa premissa e a partir da organização espacial e da busca do desenvolvimento urbano, é importante observar que a cidade de Belo Horizonte foi concebida em um período de profundas mudanças no espaço

urbano das grandes cidades do continente europeu e da construção da cidade de La Plata, fundada em novembro de 1882, da qual a planta geométrica do perímetro urbano serviu de modelo para a Comissão Construtora da Nova Capital para a elaboração da planta da nova capital (AGUIAR, 2006).

Para Zimmermann (2016), o planejamento urbano do século XIX buscava resolver os problemas decorrentes do dinamismo das cidades, vistas como resultado de sua própria história e evolução, na qual a ciência e as técnicas de engenharia possuíam papel determinante na elaboração de planos de construção de cidades e de intervenções de cunho sanitário-embelezador.

Embasados na racionalidade técnica e na reforma e desenvolvimento dos centros urbanos europeus e estadunidenses, e ainda na procura do desenvolvimento regional e de modernidade, a elaboração dos planos da cidade de La Plata e de Belo Horizonte sofreu notável influência do planejamento urbano vigente no período que buscava, entre outras coisas a escolha do sítio ideal e de uma posição que favorecesse o desenvolvimento econômico e influência política, assim como, no caso de Belo Horizonte, a organização do espaço nos moldes positivistas e elitistas, com áreas devidamente demarcadas para as diversas classes sociais (AGUIAR, 2006).

Nesse contexto, deve se compreender que a nova capital de Minas Gerais não foi construída por acaso no sopé da Serra do Curral, onde se encontrava há quase duzentos anos o arraial do Curral del Rey, assentado na bacia do ribeirão Arrudas e abastecido por um dos principais afluentes do ribeirão, o córrego do Acaba Mundo, que atravessava o arraial em sua porção central. O sítio escolhido para receber a nova capital possuía quatorze cursos d'água em seu perímetro, considerados de grande importância para prover a capital de água para usos diversos e uma das principais condicionantes que determinaram a escolha do sítio pelo Congresso Mineiro (BORSAGLI, 2016).

A Planta Topográfica da Cidade de Minas (Figura 1) elaborada no ano de 1895, é a planta que contém o traçado da nova capital sobre parte da topografia do sítio escolhido, destacando-se os espaços destinados para a população urbana, suburbana e a região dos sítios, o relevo e a rede hidrográfica que atravessa a zona urbana planejada e adjacências.

Na planta é possível notar a discrepância entre a grade ortogonal e o traçado dos cursos d'água, ao mesmo tempo em que o ribeirão Arrudas, marco geográfico do sítio, figura como o único curso d'água inserido grade ortogonal como um elemento de referência na paisagem urbana. O traçado dos demais cursos d'água não apresentam harmonia com o racional planejado, um indício da descon sideração fluvial do sítio, em um momento em que os estudos de intervenção fluvial haviam sido apenas iniciados.

A partir desse momento a racionalidade técnica foi imposta sobre o sítio, onde a grade ortogonal pode ser considerada como um plano que não se harmoniza às formas de um relevo que deveria ser modificado e adequado a

partir de preceitos que buscavam o controle sobre o meio, de acordo com os interesses e necessidades de uma sociedade que, a partir de um saber técnico, rompia de maneira profunda com a paisagem e com sua rede hidrográfica.

Figura 1 – Planta Topográfica da Cidade de Minas (1895), em destaque a rede hidrográfica e o canal planejado para o ribeirão Arrudas



Fonte: Modificado de APCBH.

Inaugurada a capital mineira no ano de 1897, por quase três décadas as águas que atravessavam as áreas correspondentes ao traçado planejado permaneceram em seus leitos naturais, resultado não só do lento crescimento urbano, mas também da falta de investimentos vultosos para a realização das intervenções fluviais que, salvo pequenas retificações ocorridas em trechos pontuais dos córregos do Acaba Mundo, do Zoológico e do ribeirão Arrudas, se iniciaram apenas na primeira metade da década de 1920.

Nesse sentido, é importante observar que no período compreendido entre os anos de 1897 e 1923, pelo fato de os cursos d'água se encontrarem em leito natural, com poucas intervenções em suas planícies de inundação e pela alta permeabilidade das vertentes devido a pequena expansão urbana, observa-se a baixa incidência de transbordamentos no município, destacando-se apenas a grande enchente de 1915 que acabou por inundar locais adjacentes ao ribeirão Arrudas que apresentavam maior suscetibilidade ao fenômeno natural.

No entanto, a incompatibilidade existente entre a rede hidrográfica e o traçado geométrico planejado era visível, onde muitas das vias planejadas se encontravam interrompidas ou atravessadas pelos fundos de vale dos cursos d'água, fatores que não permitiam a urbanização e venda de lotes em inúmeros pontos da capital. Devido a essas questões, era imprescindível para o poder público a realização de intervenções que proporcionassem a inserção e o controle

dos cursos d'água pela cidade planejada, do mesmo modo em que se fez com o elemento vergel nos primeiros anos do século XX, desde sempre considerado um elemento de apreço e pertencimento da sociedade belorizontina.

Por quase uma década as obras se estenderam por toda a zona urbana planejada, visto a obrigatoriedade de se executar as retificações e as canalizações para a regularização da cidade de acordo com a Planta de 1895, proporcionando não só a comercialização de importantes glebas de terras conquistadas a partir dos canais e aterros, mas também o embelezamento da paisagem a partir da inserção das águas na geometria da cidade.

Não se pode deixar de ressaltar que as canalizações visavam ainda a erradicação dos transbordamentos em meio urbano e o saneamento das bacias urbanizadas ou a se urbanizar a partir da construção dos interceptores ao longo dos canais, ou seja, as primeiras avenidas sanitárias da capital foram abertas nesse período. As canalizações em seção fechada sob as vias da capital também se iniciaram com os córregos do Mendonça, Zoológico e Serra e os suburbanos córregos da Lagoinha e da Mata, cobertos nas décadas de 1920 e 1930.

Após a conclusão das primeiras obras, ocorrido nos anos de 1929/1930 veio a prova concreta de que a técnica empregada não controlaria nem mitigaria os transbordamentos, e não resolveria o problema da poluição hídrica. As chuvas ocorridas na virada da década retiraram todos os cursos d'água dos seus leitos retilíneos, causando transtornos para uma cidade que até então havia sofrido problemas com as águas apenas em locais pontuais.

Ou seja, a tão afamada técnica da canalização e a urbanização das várzeas pelas sucessivas administrações municipais do período se mostrou inviável (Figura 2), pois os rios da zona urbana planejada, que até então conservavam o seu traçado na cidade, suas várzeas e sua permeabilidade, não se apresentavam perante a urbe como uma ameaça hidráulica, fato que acabou acontecendo nas décadas seguintes com a aplicação da técnica em todo o município.

Figura 2 – À esquerda: transbordamento do córrego do Leitão, 1940. À direita: Avenida do Contorno após o transbordamento do ribeirão Arrudas, década de 1970



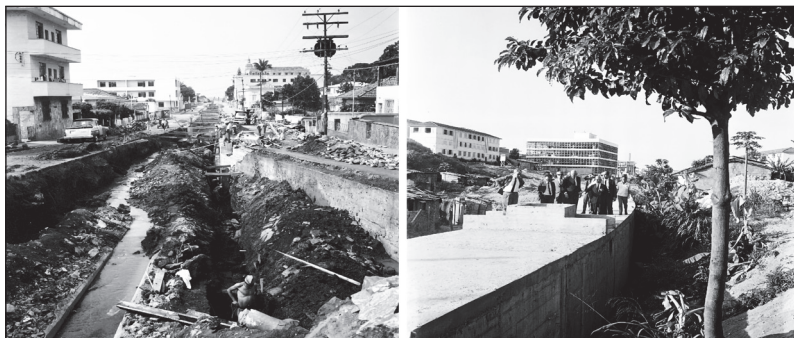
Fontes: Acervo do autor e APCBH.

As intervenções continuaram a ocorrer de maneira regular nas décadas de 1930 e 1940, ao mesmo tempo em que os transbordamentos passaram também a ocorrer de maneira cada vez mais regular no vale do Arrudas e em alguns dos seus afluentes. É importante observar que nesse período, a questão do tráfego de veículos, cada vez mais intenso na capital, passou a integral o rol de justificativas para a continuidade das obras de retificação e canalização (BORSAGLI, 2016).

Na década de 1950, os transbordamentos do Arrudas se tornaram mais frequentes, e a partir do ano de 1962, em meio ao processo de metropolização de Belo Horizonte, eles passaram a ter frequência quase anual, e em alguns anos ocorriam mais de uma vez nos períodos chuvosos, geralmente nos mesmos locais onde a rede hidrográfica se encontrava canalizada, exceção à região leste da capital, local de chegada do turbilhão hidráulico drenado pelos canais artificiais e onde o Arrudas, sufocado pelo esgoto despejados de maneira direta ou indireta em suas águas, se encontrava em leito natural, correndo espremido em meio a acentuada ocupação informal das suas várzeas. A pressão urbana exercida por diversos agentes e processos de ordem socioeconômica e política sobre a rede hidrográfica foram um dos principais motivos para a sua negação em meio urbano.

As tragédias se tornaram anuais a partir da década de 1970, ao mesmo tempo em que as administrações municipais e estaduais, sob justificativas sanitárias e de extinção dos transbordamentos, continuaram a se empenhar nas obras de canalização e tamponamento dos cursos d'água (Figura 3) nas bacias dos ribeirões Arrudas e Onça. Em alguns trechos as intervenções surtiram efeito em âmbito local, mas as chuvas de janeiro de 1983 mostraram para a cidade e os seus administradores que não é possível controlar o incontrolável, um fenômeno que deve ser compreendido e respeitado, nunca desprezado, como já havia sido observado por Saturnino de Brito (1944) que, dentre outras coisas, pode se concluir que o problema das inundações é um problema estabelecido pelas atividades humanas, que desde sempre buscou intervir nos cursos d'água.

Figura 3 – À esquerda: obras de cobertura do córrego do Acaba Mundo, 1963. À direita: obras de cobertura do córrego do Leitão (1970)



Fonte: Acervo APCBH/ASCOM.

O presente para se pensar e planejar o futuro

Nas duas últimas décadas, as discussões e reflexões sobre o processo de cobertura dos cursos d'água da capital se tornaram mais constantes no meio acadêmico, ao mesmo tempo da tomada de consciência de técnicos do poder público da necessidade de se repensar a ocupação urbana, visto que a forma de ocupação concebida para a capital não foi bem-sucedida no que diz respeito à drenagem urbana e ao traçado dos cursos d'água, evidências de um esgotamento do modelo de desenvolvimento adotado não só por Belo Horizonte, mas por diversos centros urbanos brasileiros ao longo do século XX.

Já se sabe que o emprego das técnicas de retificação, canalização e impermeabilização por concreto e por asfalto (Figura 4) não resolve problema algum, seja viário, seja sanitário ou transbordamentos, se apresentando há tempos como uma técnica paliativa e altamente agressiva com o meio, com as cidades e com sua população, ao mesmo tempo em que a política se utiliza dos canais e avenidas sanitárias como propaganda eleitoral.

Figura 4 – Sobreposição do projeto para retificação e canalização do ribeirão Arrudas, década de 1980. Em vermelho o leito natural do ribeirão e em azul o canal projetado



Fonte: Modificado de APCBH acervo SUDECAP.

Reflexões sobre o tratamento dado aos rios urbanos das grandes cidades não é exclusividade de Belo Horizonte. A questão já estava em pauta no país desde a década de 1970 em forma de movimentos que questionavam desde a relação homem/natureza até a questão coletiva/individual das sociedades com o meio ambiente, objeto de consumo e mercadoria. Na capital mineira, as discussões sobre a questão ambiental iniciaram-se de fato a partir da

destruição da Serra do Curral pela mineração, que acarretou o rebaixamento do seu perfil na extensão de 1,5 quilômetros (BORSAGLI, 2017). Pouco se falava das águas urbanas, e quando se falava era para pleitear a sua canalização, ou mesmo por saudosismo por parte dos cidadãos mais conscientes que conviveram com os rios, canalizados ou não.

Os anos 1990 e os debates ambientais agora atrelados ao desenvolvimento socioeconômico acabaram por estabelecer novos parâmetros nas discussões ambientais no país. Diante disso, visto a ineficiência das técnicas aplicadas até então, no que diz respeito à drenagem urbana e controle dos transbordamentos, fenômeno natural que grande parte da humanidade acredita ser possível de controlar, foram iniciadas reflexões sobre o destino dado às águas urbanas e a questão sanitária que afligia a capital.

Nesse momento, as discussões e o surgimento de projetos que propunham a recuperação dos cursos d'água em diversos países europeus, do qual a recuperação do Rio Tâmis iniciada na década de 1960 figura como uma das pioneiras, expôs a necessidade do replanejamento das cidades, buscando o reconhecimento da água como elemento de referência na paisagem urbana e de grande importância para as sociedades, destacando-se o trabalho do arquiteto alemão Herbert Dreiseitl, responsável por inúmeros trabalhos realizados desde a primeira metade da década de 1980 relacionados com a águas urbanas, tendo em vista que, de acordo com o arquiteto, a água apesar de se encontrar sempre presente no tecido urbano, está cada vez mais invisível aos olhos da população (GORSKI, 2010).

Dois fatores foram importantes para o debate sobre as águas urbanas de Belo Horizonte. O primeiro iniciou-se no início da década de 1980, com a elaboração de um plano para a construção de uma estação de tratamento dos esgotos da bacia do ribeirão Arrudas, e posteriormente na bacia da Onça. O Plambel já vinha estudando a questão da drenagem urbana da capital e região metropolitana desde a década de 1970 e coube a Copasa dar sequência aos estudos e demandas necessárias que deu origem ao Programa de Saneamento das Bacias dos Ribeirões Arrudas e Onça (PROSAM) no ano de 1991.

O segundo foi o Plano Diretor do município de Belo Horizonte, instituído no ano de 1996 e que apontou a necessidade da elaboração de um plano para a drenagem urbana do município, que nesse momento se encontrava saturada em diversos pontos visto que os canais de concreto das décadas de 1960 e 1970 não comportavam a vazão acentuada pelo ininterrupto adensamento urbano das sub bacias do município. Em consonância com o Plano Diretor, no ano 2000 foi concluído o *Plano Diretor de Drenagem* de Belo Horizonte apresentando cinco importantes diretrizes: um plano multisetorial integrado, o conhecimento do funcionamento real do sistema, a não transferência de prejuízos, a garantia da viabilidade do serviço de drenagem urbana e a organização da gestão do sistema

Quatro anos após a conclusão do Plano Diretor de Drenagem Urbana, foi apresentado o Programa Drenurbs, um programa que visava promover a reinserção ou a integração dos cursos d'água na paisagem urbana, além de proporcionar a despoluição, o controle de sedimentos carregados para os fundos de vale e a redução dos riscos de inundação, salientando que o programa abrangeria apenas os cursos d'água ainda encontrados em leito natural, não incluindo os rios urbanos canalizados a céu aberto ou cobertos.

O Drenurbs pode ser considerado um programa que tinha como finalidade resgatar a relação da sociedade com o meio ambiente e que acabou por parear a capital mineira com as políticas ambientais surgidas a partir do reconhecimento da ineficácia das técnicas de canalização e urbanização das várzeas. Ou seja, a busca por um novo modelo de gestão das águas urbanas passou a ser realidade na capital antes afamada pelas suas límpidas águas, que foram escondidas e degradadas ao longo do processo de evolução urbana (BORSAGLI, 2017).

Para se ter ideia, no mesmo ano da criação do Drenurbs, a Associação Americana de Planejamento publicou um documento intitulado *Ecological Riverfont Design: Restoring Rivers, Connecting Communities* (2004), no qual reconhece o valor dos cursos d'água para as comunidades, apontando a necessidade de se projetar ações futuras a partir da elaboração de projetos de intervenção baseados em princípios ecológicos.

Na mesma década surgiram iniciativas similares na Ásia e na Europa visando à recuperação e o monitoramento dos cursos d'água, reconhecendo ainda a necessidade da preservação e da restauração ecossistêmica das águas afetadas pelos usos diversos ao longo dos séculos. Ou seja, o Drenurbs foi um lampejo vanguardista na América do Sul que reconheceu o mau tratamento dado aos rios urbanos de Belo Horizonte, espremidos e imundos, correndo em meio e sob a urbe surgida da égide das águas.

Ainda assim, apesar de toda a promoção feita em relação ao pioneiro programa que proporcionou o destaque da capital mineira no cenário latino americano, de concepção modernizadora e propondo um novo olhar sobre os rios urbanos e a sua relação com a cidade buscando soluções além da técnica de canalização, o Drenurbs acabou sofrendo inúmeras alterações nos anos seguintes, com o intuito de utilizá-lo como justificativa para as intervenções realizadas na rede hidrográfica de Belo Horizonte com o emprego da canalização.

Sincronicamente, e não coincidentemente, observa-se que nos últimos quinze anos os transbordamentos de fundo de vale (Figura 5) vêm ocorrendo de maneira cada vez mais regular na capital mineira, resultado não só do acentuado processo de evolução urbana pelo qual passou Belo Horizonte nas últimas seis décadas impermeabilizando, em alguns casos, bacias inteiras, mas também a contínua canalização e o tamponamento dos cursos d'água

sem respeitar a dinâmica fluvial, fatores que contribuem para a formação de turbilhões hidráulicos que acarretam em perdas humanas e materiais.

Figura 5 – O ribeirão Arrudas em dois momentos: à esquerda pouco antes do seu transbordamento em novembro de 2011, à direita o grande canal conduzindo as águas pluviais à jusante da zona urbana planejada



Fonte: Fotos do autor.

Nesse sentido, o transbordamento que houve na bacia córrego do Leitão em janeiro de 2020, ainda que tenha ocorrido uma forte precipitação em um curto espaço de tempo é o resultado de décadas de ingerência da drenagem urbana de Belo Horizonte, ressaltando que a grande repercussão ocorrida após o transbordamento se deve ao fato do curso d'água atravessar bairros de maior poder aquisitivo da capital. Lara (2016), a respeito da maneira em lidar com as águas em meio urbano, concluiu que:

Nossos cursos d'água estão poluídos e precisam ser recuperados. A forma como isso pode ocorrer também não é complexa. Já temos tecnologia. Já temos as metodologias para criação de estações de tratamento de esgoto. Os entraves para que obras necessárias como essa não ocorram são somente econômicos e políticos. A questão, portanto, ganha seu recorte sociopolítico e deixa de ser ambiental. A nuance ambiental já está resolvida. O que não se resolve são as relações humanas. Essas relações conflituosas é que reproduzem nosso modelo civilizatório que é totalmente predatório e ilógico (LARA, 2016).

Ou seja, as questões ambientais e técnicas já se encontram em grande parte solucionadas e o que falta se resolver para uma real reabilitação da rede hidrográfica em meio urbano são as questões políticas e econômicas. Como observado por Tucci (2008), a fase das retificações e canalização em fundo de vale ainda não foi superada no Brasil, e alternativas para a mitigação dos transbordamentos de fundo de vale já existem há décadas, mas é importante ressaltar que a técnica da canalização é altamente lucrativa para poucos e

extremamente prejudicial para todos, ao mesmo tempo em que as águas em meio urbano são utilizadas para se fazer política, e não se deve esquecer que as técnicas de retificação e canalização, que sempre foram propagadas como definitivas para a questão dos transbordamentos, são aplicadas quase que ininterruptamente no município.

Alternativas que possibilitem a descontinuidade das técnicas descritas acima existem e já vem sendo aplicadas em inúmeros centros urbanos do planeta. Para o caso de Belo Horizonte, por possuir declividades elevadas e geologia diferenciada, é necessária a realização de estudos que contemplem cada uma das microbacias, uma vez que não é recomendável a aplicação de um mesmo plano para todas, exatamente pela singularidade de cada uma delas, não se esquecendo da questão do adensamento urbano, que muitas vezes alcança às cabeceiras dos cursos d'água.

Nesse contexto, é importante compreender ainda que a reabilitação de um curso d'água abrange toda a sua bacia que geralmente extrapola os limites municipais, sendo necessários estudos de cunho multidisciplinar para a plena reabilitação das águas, além de acordos e parcerias de cunho político-ambientais, pois as causas da degradação de um curso d'água intermunicipal não se restringe apenas ao município que abrange suas cabeceiras e sim a todos que, independentemente dos limites municipais, integram a sua bacia.

Diante disso, um projeto que entenda a bacia como unidade de planejamento é crucial, assim como o conhecimento do regime hídrico e a recuperação das cabeceiras, afluentes, várzeas e matas ciliares, tratando ainda das questões ambientais, socioeconômicas e viárias, ou seja, é necessário um plano em longo prazo como executado no Rio Tâmis e em outros rios de diversos países. Não se pode pensar na recuperação de um curso d'água com um plano que dure uma ou duas gestões municipais apenas. Reabilitações pontuais são bem-vindas e necessárias, mas não se resolve o problema agindo apenas em âmbito local.

A implementação de um sistema de captação e aproveitamento das águas de chuva por residências unifamiliares e edifícios é uma medida que contribuiria para a mitigação dos transbordamentos, assim como o aumento da permeabilidade nas vertentes à custa da remoção asfáltica onde ela não é necessária e da criação de áreas permeáveis nos lotes em troca de abatimento nos impostos municipais.

Os fundos de vale merecem atenção especial uma vez que, no caso de Belo Horizonte, a morfologia de uma determinada microbacia urbanizada pode ou não oferecer condições para a plena implementação de um parque ciliar por exemplo, que absorveria o excedente fluvial nos períodos chuvosos e nos períodos de estiagem possibilitaria um potencial espaço para o lazer e para a relações sociais da população.

Não se deve esquecer que para a implementação de um parque ciliar, deve-se coletar e conduzir todo o esgoto gerado na microbacia para

tratamento, uma vez que não se pode desassociar, de maneira alguma, a reabilitação de um curso d'água e a captação e o tratamento pleno dos esgotos.

Por fim, deve se buscar alternativas para a mobilidade urbana, uma vez que os fundos de vale impermeabilizados e tamponados são caminhos apropriados pela cidade com o intuito de possibilitar a melhoria do tráfego em meio urbano. Não é uma questão simples, uma vez que as políticas viárias do município possuem protagonismo desde a década de 1950, ou seja, é importante considerar que a ideia de intervenção em um curso d'água visando a sua reabilitação pode ser recebida de forma agressiva pela população que vem sofrendo há quase duas gerações uma lavagem cerebral de ordem política, econômica e midiática visando a consolidação de políticas que privilegiam o uso do veículo individual. É um elemento que não pode ser ignorado em um plano de reabilitação de um curso d'água, visto a necessidade da reestruturação viária dos vales dos rios que atualmente se encontram sob o asfalto.

Nesse sentido, deve se compreender a necessidade da interdisciplinaridade para se debater a questão das águas, que não abarca apenas a Geografia, o Urbanismo, a Biologia ou as Engenharias, mas abrange todas as áreas do conhecimento, desde a saúde até as artes, onde já se desenvolvem diversos trabalhos a respeito da rede hidrográfica de Belo Horizonte. Um exemplo é o projeto Sobre o Rio¹⁵ (Figura 6), que consiste em sinalizar as microbacias inseridas dentro dos limites da Avenida do Contorno, permitindo a redescoberta do caminho das águas que se encontram sob a cidade há décadas e assim valorizando a presença da rede hidrográfica em meio urbano.

Figura 6 – Uma das placas de identificação instaladas pelo projeto Sobre o Rio, em local onde o curso d'água se encontra tamponado



Fonte: Foto do autor.

Considerações finais

Fica claro na exposição realizada a respeito da relação entre a cidade de Belo Horizonte e a sua rede hidrográfica uma relação de convívio e posterior ruptura, onde a reapropriação do espaço dos rios ocupado pela cidade é necessária e inquestionável, uma vez que as intervenções realizadas ao longo de um século não surtiram os efeitos esperados, no que diz respeito aos transbordamentos de fundo de vale, e uma tomada de consciência da sociedade da necessidade do convívio com o meio possibilitará mudanças por parte do poder público, que continua a insistir em técnicas que já deveriam ter sido superadas, onde a finalidade das intervenções passaram do âmbito sanitarista e urbanístico para o âmbito político e econômico.

Ressalta-se ainda que o alto grau de impermeabilização das sub bacias e a massa hidráulica drenada para o canal do ribeirão Arrudas através dos seus afluentes podem ser considerados fatores determinantes no seu transbordamento regular, onde as perdas materiais e humanas ocorrem de maneira frequente há cerca de nove décadas. Nesse sentido, pode-se concluir que o problema dos transbordamentos em Belo Horizonte se deve pela insistência do ser humano em habitar áreas que não deveriam ser habitadas e modificadas, como as planícies de inundação.

No entanto, as sociedades buscam desde a antiguidade intervir nos fenômenos da natureza, na esperança de que um dia alguns dos fenômenos possam ser controlados, ainda que a busca contribua para a alteração dos fenômenos, no qual Brito (1944) observa que o problema das inundações é, portanto, um problema estabelecido pelos caprichos da atividade do homem, onde a impossibilidade de se resolver o problema deve ser aceito para que se evite trabalhos desnecessários, o desperdício de vultosas quantias e decepções.

Enfim, a partir do reconhecimento da rede hidrográfica da capital, da sua importância histórica, geográfica e ecossistêmica, das possibilidades de reabilitação e das alternativas que podem ser utilizadas no intuito de mitigar os efeitos das chuvas, a possibilidade de reinserção dos cursos d'água na paisagem urbana de Belo Horizonte é concreta e imprescindível. A sociedade interfere e modifica a paisagem de acordo com suas necessidades. Apesar das políticas de diversos centros urbanos na atualidade valorizarem a reinserção dos cursos d'água na paisagem urbana, como um agente concreto que a compõe, a rede hidrográfica coberta de Belo Horizonte, ao que tudo indica, ainda passará décadas sob a cidade e à margem da cidade. Contudo, ainda é possível podermos reinseri-los no cotidiano da sociedade, quebrando paradigmas impostos e melhorando não só a existência humana, mas também as das gerações futuras.

REFERÊNCIAS

AGUIAR, Tito Flávio Rodrigues de. *Vastos Subúrbios da Nova Capital: formação do espaço urbano na primeira periferia de Belo Horizonte*. Tese (Doutorado em História) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2006.

BARRETO, Abílio. *Belo Horizonte: memória histórica e descritiva: história média*. Belo Horizonte: Livraria Rex, 1936. v. 2.

BORSAGLI, Alessandro. *Do convívio a ruptura: a cartografia na análise histórico-fluvial de Belo Horizonte 1894-1977*. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2019.

BORSAGLI, Alessandro; FERREIRA, Rodrigo Guedes Braz. *Horizontes Fluviais*. Belo Horizonte: Clube de Autores, 2018.

BORSAGLI, Alessandro. *Rios Invisíveis da Metrópole Mineira*. Belo Horizonte: Clube de Autores, 2016.

BORSAGLI, Alessandro. *Sob a sombra do Curral del Rey: contribuições para a história de Belo Horizonte*. Belo Horizonte: Clube de Autores, 2017.

BRITO, Francisco Saturnino Rodrigues. Defesa contra inundações (1925). In: OBRAS completas de Saturnino de Brito. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1944. v. XIX.

CASTONGUAY, Stéphane; EVENDEN, Matthew. *Urban rivers: remaking rivers, cities and space in Europe and North America*. [S.l.]: University of Pittsburgh Press, 2010.

COSTA, Lúcia Maria Sá Antunes (org.). *Rios e paisagens urbanas em cidades brasileiras*. Rio de Janeiro: Viana & Mosley; Ed. PROURB, 2006.

FUNDAÇÃO JOÃO PINHEIRO. Centro de Estudos Históricos e Culturais. *Saneamento Básico de Belo Horizonte: trajetória em 100 anos – os serviços de água e esgoto*. Belo Horizonte: Editora FJP, 1997.

GORSKI, Maria Cecília Barbieri. *Rios e Cidade: Ruptura e Reconciliação*. São Paulo: Senac, 2010.

LARA, Diego Contaldo de. O território das águas. XIV SEMINÁRIO CLÁUDIO PERES DE PRÁTICAS DE ENSINO E GEOGRAFIA APLICADA. 2016. Belo Horizonte. *Anais [...]*. Belo Horizonte: Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016.

MATTOS, Rosa Augusta Aluizio. *A gestão sustentável de recursos hídricos: experiência e desafios regionais: o caso do controle das enchentes da bacia hidrográfica do Rio Joana Rio de Janeiro*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Estadual do Rio de Janeiro, 2004.

MESQUITA, Yuri Mello. *Jardim de asfalto: água, meio ambiente, canalização e as políticas públicas de saneamento básico em Belo Horizonte, 1948-1973*. Dissertação (Mestrado em História) – Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2013.

MINAS GERAES. *Comissão d'Estudo das Localidades Indicadas para a nova Capital*. Relatório apresentado a S. Ex. Sr. Dr. Affonso Penna, Presidente do Estado, pelo engenheiro civil Aarão Reis. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1893.

OTTO, Betsy; Mc CORMICK, Kathleen; LECCESE, Michael. *Ecological riverfront design: Restoring rivers, connecting communities*. Chicago, IL: American Planning Association, Advisory Service Report, Number 518-519. s.d.

PINTO COELHO, Ricardo Motta; HAVENS, Karl. *Crise nas Águas: educação, ciência e governança juntos evitando conflitos gerados pela escassez e pela perda da qualidade das águas*. Belo Horizonte: Recóleo, 2015.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Água no meio urbano. In: *ÁGUA Doce*. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1997.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Águas urbanas. *Estudos Avançados*, v. 22, n. 63, p. 97-112, 2008.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. *Hidrologia: Ciência e aplicação*. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 2001.

ZIMMERMANN, Ana Paula de Oliveira. *Urbanismo e planejamento urbano: a cidade do século XIX*. [S.l.]: Universidade Federal de Goiás, 2016.

ÍNDICE REMISSIVO

A

- Abastecimento doméstico 172, 175
Abastecimento público 269, 270, 273, 275, 276, 277, 279, 282
Agricultura de subsistência 108, 117
Agricultura familiar 174, 175
Águas pluviais 27, 30, 70, 72, 115, 163, 173, 184, 187, 189, 196, 200, 207, 212, 218, 241, 251, 258, 265, 293
Alagamentos 65, 66, 67, 70, 71, 72, 73, 74, 251
Alcalinidade 107, 108, 109, 110, 111
Ambiente desértico quaternário 84, 85, 87
Áreas de preservação 108, 175, 253, 258, 277

B

- Bacias hidrográficas 56, 60, 63, 65, 66, 73, 101, 119, 120, 122, 125, 148, 161, 162, 163, 167, 199, 208, 241, 263, 269, 270, 272, 281

C

- Campos de paleodunas 82, 83, 84, 85, 94
Canais da macrodrenagem 196, 214, 215
Canais fluviais 69, 70, 148, 163, 164, 173
Cartografia das inundações 183, 188, 198
Ciência geográfica 39, 42, 44, 45, 46, 47, 58, 205
Coliformes 108, 109, 110, 111, 112
Combate às enchentes 207, 208, 215, 216
Comunidade científica 22, 23, 24, 36, 104, 197
Concepção geossistêmica 161, 162
Conservação ambiental 79, 86, 90, 93, 99, 100, 228, 259, 267, 268
Controle de enchentes 51, 200, 205, 211, 217, 228, 229
Corpos hídricos 27, 49, 60, 104, 105, 112, 114, 142, 149, 225, 229, 247, 251, 259, 261, 264, 269, 270, 279

D

Degradação ambiental 43, 102, 112, 149, 162, 164, 169, 225, 261, 283
Desassoreamento dos rios 207, 216
Desastres naturais 144, 152, 158, 163, 164, 166, 177, 188, 206, 218, 233
Dinâmica hidrológica 64, 71, 161, 163, 164, 165, 166, 225
Divisores antrópicos 63, 71, 72
Divisores topográficos 66, 69

E

Ecosistemas 18, 21, 25, 26, 44, 80, 91, 94, 219, 220, 223, 229, 248, 249, 254, 255, 256, 261, 270
Enchentes 39, 51, 52, 56, 101, 144, 162, 164, 165, 169, 176, 177, 181, 184, 186, 189, 192, 193, 194, 197, 199, 200, 201, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 228, 229, 232, 251, 252, 261, 299
Ensaio microbiológicos 108, 109, 110, 111
Escoamento das águas 27, 70, 71, 115, 163, 164, 173, 186, 198, 207
Escoamento superficial 39, 64, 66, 70, 71, 89, 131, 164, 165, 166, 172, 184, 187, 205, 206, 207, 229, 253, 254, 260, 261, 285
Exposição ao risco 125, 128
Exposição físico-ambiental 125, 127, 135, 137, 141
Extração de areia 112, 117, 118, 119

G

Geografia ambiental 39, 40, 42, 43, 45, 46, 58
Geografia híbrida 39, 40, 41, 45, 46, 58, 61
Gestão ambiental 102, 122, 156, 157, 270, 274, 279

H

Hidrogeografia histórica 39, 40, 46

I

Idealizadores da sacionatureza 17, 18, 20, 26, 27, 28, 30, 31, 32
Impactos ambientais 39, 63, 64, 74, 83, 88, 98, 102, 103, 104, 105, 106, 113, 119, 120, 127, 166, 175, 200, 205, 216
Impermeabilização do solo 139, 184, 205, 211, 261
Infraestrutura verde 242, 254, 255, 256, 262, 264, 265

Intervenções humanas 63, 67, 70

Inundações 29, 39, 46, 49, 51, 52, 53, 55, 56, 63, 65, 67, 71, 72, 73, 92, 101, 125, 127, 128, 129, 131, 135, 138, 140, 142, 143, 147, 153, 156, 158, 163, 164, 165, 166, 169, 176, 177, 178, 181, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 190, 191, 192, 193, 194, 196, 197, 198, 205, 206, 207, 208, 210, 211, 212, 213, 214, 218, 219, 233, 249, 251, 252, 257, 261, 265, 289, 297, 298

M

Mapeamento 86, 90, 142, 143, 157, 177, 178, 183, 184, 187, 190, 191, 192, 194, 195, 196, 197, 232, 234, 239, 251, 263

Metabolismo urbano 21, 25, 26, 32

Microbacias 178, 277, 278, 279, 294, 295

O

Ocupação das encostas 165, 182, 185, 186, 205

P

Paisagens antropogênicas 68, 162, 163, 165

Planejamento ambiental 99, 188, 189, 255, 259

Poluição difusa 260, 261

Processo de ocupação 126, 148, 149, 162, 164, 182, 183, 184, 264

Processos antropogênicos 68, 69

Processos erosivos 68, 82, 109, 110, 111, 149, 162, 164

Processos geomorfológicos 66, 67, 68, 69

Proteção ambiental 78, 82, 86, 88, 92, 93, 96, 112, 114, 225, 236, 259, 273

Q

Qualidade da água 65, 104, 105, 111, 112, 113, 120, 209, 220, 225, 228, 229, 247

Qualidade de vida 91, 113, 183, 190, 200, 205, 215, 221, 230, 254

R

Recursos hídricos 61, 83, 101, 105, 113, 120, 130, 144, 158, 174, 175, 179, 199, 207, 211, 243, 265, 267, 268, 269, 270, 273, 278, 279, 282, 299

Rede de drenagem 64, 69, 72, 77, 162, 163, 164, 165, 166, 181, 185, 208, 209, 272

Rede hidrográfica 149, 166, 283, 284, 285, 286, 287, 289, 292, 293, 295, 296, 297

Requalificação fluvial 219, 220, 221, 222, 228, 232, 234, 235, 236, 237, 238, 239

Requalificação socioambiental 230, 231

Reservatórios 66, 80, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 214, 215, 216, 217, 225, 229

Resíduos sólidos 65, 68, 101, 109, 112, 116, 119, 229

Rio São Francisco 55, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 95, 96, 97, 98, 99

Rios e córregos 247, 249, 252, 255, 256, 257, 258, 259, 261

Risco de deslizamentos 181, 183

S

Sertão semiárido 77, 85, 95

Sistema de canais 39, 40, 43, 46, 49, 50, 52, 55, 57, 58, 64

Sistema de drenagem 65, 101, 184, 189, 195, 200, 209, 212, 240, 251

Socionatureza urbana 17, 18, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 30, 32

T

Tecnologias hidráulicas 20, 25, 32

Tensões hídricas 172, 174, 175

Territórios hidrossociais 20, 21, 26, 32

Transbordamentos 155, 156, 157, 284, 285, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 294, 296

U

Unidades de conservação 97, 224, 228, 269, 273, 274, 279, 280

V

Vulnerabilidade hidrossocial 193, 194

SOBRE OS ORGANIZADORES E AUTORES

Organizadores

Alexander Josef Sá Tobias da Costa

Possui graduação em Geografia – licenciatura pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1990) e bacharelado pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (1989). Mestre em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1995) e Doutor em Ambiente e Sociedade, pelo IFCH (Instituto de Filosofia e Ciências Humanas) da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Atualmente é professor associado da Universidade do Estado do Rio de Janeiro, ministrando disciplinas na graduação e na pós-graduação (PPGEO/UERJ e PROFIGEO/UERJ). Foi coordenador do Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO) – biênios 2017-2019 e 2019-2021. É editor da Humboldt – Revista de Geografia Física e Meio Ambiente, periódico publicado pela EDUERJ. Coordenador do grupo de pesquisa/CNPq GENESE (Grupo de Estudos sobre Natureza e Sociedade).

Email: ajcostageo@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4646726597049553>

Luisa Schneider

Licenciada e bacharela em Geografia (UFF). Mestra em Geografia (UFF) e doutoranda em Geografia (UERJ). Tem experiência na área de Geografia Física, atuando principalmente nos seguintes temas: Rios Urbanos e Percepção Ambiental. Pesquisadora do GENESE (Grupo de Estudos sobre Natureza e Sociedade).

Email: luisa.smd@hotmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0167487632303220>

Autores

Alessandro Borsagli

Professor e pesquisador. Possui graduação em Geografia (PUC-MG) e História (UNIFRAN) e Mestrado em Geografia pelo PPGG-TIE da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (Do convívio à ruptura: a cartografia na análise histórico-fluvial de Belo Horizonte – 1894/1977). Pesquisador atuante na área de Geografia Urbana, Geografia Histórica, Memória Urbana, Hidrogeografia e Estudos da Paisagem, com foco no Estado de Minas Gerais. Autor do site Curral del Rey, destinado ao resgate da memória urbana e a análise sobre o processo de evolução urbana de Belo Horizonte e das mudanças ocorridas na

paisagem urbana da capital mineira, dos livros Rios invisíveis da metrópole mineira, Horizontes Fluviais, Rios urbanos de Belo Horizonte e de diversos livros sobre a cidade de Belo Horizonte.

E-mail: borsagli@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3286374358211005>

Aline Pires Veról

Professora Adjunta III da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora do corpo permanente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura (PROARQ-FAU/UFRJ) e convidada do Programa de Engenharia Civil-COPPE/UFRJ. Doutora em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ (2013). Mestra em Engenharia Civil pela COPPE/UFRJ (2010). Possui graduação em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006). Líder dos grupos de pesquisa do CNPq Projeto e Representação do Ambiente (PROARQ-FAU/UFRJ) e Manejo de Águas Pluviais Urbanas e Cidades Sustentáveis (POLI/UFRJ).

E-mail: alineverol@fau.ufrj.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7080639228518407>

Ariel Ali Bento Magalhães

Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia (2012) e mestrado em Engenharia Civil pela Universidade Federal de Uberlândia (2017). Tem experiência na área de Engenharia Civil, nas áreas de Recursos Hídricos e Geotecnia. Atua como pesquisadora e docente principalmente nos seguintes temas: modelagem e simulações computacionais na qualidade da água, hidrologia, sistemas hidráulicos urbanos e poluição difusa.

E-mail: arielabm@usp.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2433432122816302>

Bruno Capilé

Possui graduação em Licenciatura em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2006) especialização em Ensino de Ciências pelo CEFET/Química Unidade Maracanã (2008), mestrado em História das Ciências das Técnicas e Epistemologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2010), e doutorado em História Social pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2018). Com experiência nas áreas de história ambiental e história das ciências.

E-mail: bruno.capile@univale.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1159565063990252>

Clecia Simone Goncalves Rosa Pacheco

Pós-Doutoranda em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (UNIVASF). Doutora em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial pelo Programa de Pós-Graduação em Agroecologia e Desenvolvimento Territorial (PPGADT/UNIVASF). Doutora em Educação (UCSF – Argentina). Mestra em Ciências da Educação (UI – Lisboa/Portugal). Mestra em Tecnologia Ambiental pelo Instituto Tecnológico de Pernambuco (ITEP). Especialista em Auditoria e Perícia Ambiental (Universidade Estácio Sá – SP). Licenciada em Geografia (UPE). Bacharelada em Geografia (UNESA). Docente efetiva do Instituto Federal do Sertão Pernambucano (IFSertão – PE) no Colegiado de Tecnologia de Alimentos. Docente permanente do Programa de Pós-Graduação (Mestrado e Doutorado) em Ecologia Humana e Gestão Socioambiental (PPGEcoH). Docente permanente do Programa de Pós-Graduação (Mestrado) em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido (PPGDiDeS/UNIVASF).

E-mail: clecia.pacheco@ifsertaope.edu.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6358715394273386>

Fabio Henrique Lima Costa

Possui mestrado em Geografia (em conclusão) pela UERJ/FFP (bolsista CNPq), com foco em Geomorfologia e Hidrologia. Pós-Graduado (*Lato Sensu*) em Dinâmicas Urbano-Ambientais e Gestão do Território pela UERJ/FFP (2015). Concluiu a graduação em Licenciatura Plena em Geografia pela UERJ/FFP (2013). Desde a graduação vem realizando pesquisas na área de Geografia Física tais como: Análise Morfométrica, Dinâmica Hidrológica e Meio Ambiente. Atualmente é professor da rede privada no ensino Fundamental, Médio e Técnico.

E-mail: fabiohhenri@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/0514534891628183>

Fernanda de Oliveira Amante

Possui bacharelado e licenciatura em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2000). Pós-Graduação (*Lato Sensu*) em Políticas Territoriais do Estado do Rio de Janeiro, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2002) e pós-graduação (*stricto sensu*) (mestrado) em Geografia pelo Programa de Pós-Graduação em Geografia (PPGEO), da Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2006). Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia, atuando academicamente nos seguintes temas: Hidrogeografia, Percepção Ambiental, Enchentes Urbanas, Políticas Públicas, Gestão Ambiental e Grande Tijuca. Atuou como professora de Geografia dos Ensinos Fundamental e Médio nas redes Pública Estadual e Privada.

Atualmente é professora de Geografia de Ensino Básico, Técnico e Tecnológico do Colégio Pedro II.

E-mail: famante@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9748887970278730>

Fernanda Figueiredo Braga

Possui graduação, especialização e mestrado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro e doutorado em Geografia pela Universidade Federal Fluminense. Tem experiência no magistério público e privado, nos níveis de Ensino Básico e Superior. Atua em linha de pesquisa ligada a Geociências, com ênfase em Enchentes urbanas, Geomorfologia, Geologia e Meio Ambiente.

E-mail: braga_fernanda@hotmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6607876855477705>

Hortência Silva Almeida

Possui graduação em Engenharia Ambiental e Sanitária pela Faculdade Presbiteriana Augusto Galvão (2018) e graduação em Secretariado Executivo pela Universidade Federal da Bahia (2011). Mestrado em andamento em Recursos Naturais do Semiárido na Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF). Atualmente é Coordenadora do Instituto do Meio Ambiente e Recursos Hídricos.

E-mail: hortenciaalmeida@hotmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9945862219333433>

Hugo Portocarrero

Possui graduação em Geografia pela UERJ (2001); mestrado em Geografia pela UFRJ (2004); doutorado em Engenharia Civil pela PUC-Rio com área de concentração em Geotecnia (2009), pós-doutorado em Engenharia Civil pela PUC-Rio (2011). Atualmente é professor adjunto do Instituto de Geografia da UERJ, atuando como professor no Programa de Pós-Graduação em Geografia – PPGeo-UERJ, no Mestrado Profissional em Rede Nacional em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos – ProfÁgua, e como coordenador do Laboratório de Geotecnia Ambiental LGA/UERJ.

E-mail: hportocarrero@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6217260871075327>

Ítalo Vinicius da Silva Rocha

Possui graduação em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geografia e Meio Ambiente. Mestre em Geografia na Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

E-mail: italotijuca@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1520711728352918>

Jairton Fraga Araújo

Graduado em Engenharia Agrônoma pela Universidade Federal da Bahia no ano de 1982, realizou especialização em Tecnologia de Produção de Sementes pela Universidade Federal de Pelotas no RS no ano de 1986 e cursou mestrado em Agronomia na área de Fruticultura Tropical pela Escola de Agronomia da Universidade Federal da Bahia no ano de 1990. Em 2007, concluiu o curso de doutorado em Agronomia na área de Horticultura pela UNESP – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (2007). Atualmente é professor Pleno da Universidade do Estado da Bahia onde ministra as disciplinas Agroecologia e Manejo e Conservação do Solo e da Água.

E-mail: jairtonfraga@bol.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8734202399025749>

João Pedro de Andrade Eduardo

Mestrando em Geografia (Linha Cultura e Natureza) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Possui graduação em Geografia (Licenciatura e Bacharelado) pela mesma instituição. Participou de diferentes projetos de sustentabilidade, geoprocessamento, riscos ambientais e educação inclusiva.

E-mail: pedrooandrade@outlook.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7923597560260506>

José Renato Soares Pimenta

Possui graduação em Geografia (licenciatura e bacharelado) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2011) e mestrado em Geografia pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (2014). Especialização em Gestão Escolar pelo Centro Universitário Internacional (2019), em Teorias e Práticas da Geografia Escolar pelo Colégio Pedro II (2020) e em Museografia e Patrimônio Cultural pelo Centro Universitário Claretiano (2021). Atualmente cursa o doutorado em Geografia pelo PPGEU/UERJ, é professor da rede pública dos municípios do Rio de Janeiro e de Itaguaí (RJ). Coordenador de Estudos e Projetos do NOPH/Ecomuseu Comunitário de Santa Cruz, Rio de Janeiro-RJ.

E-mail: jrenatopimenta@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/5302782944086714>

José Rodolfo Scarati Martins

Engenheiro Civil, mestre, doutor e livre-docente em Engenharia pela Universidade de São Paulo. Atualmente é professor associado do Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Escola Politécnica da USP, atuando nos cursos de graduação e pós-graduação em engenharia civil, engenharia

ambiental e arquitetura. É pesquisador nas linhas de Modelagem Hidrodinâmica, Drenagem Urbana e Segurança de Barragens com foco em modelagem tridimensional hidrodinâmica e de qualidade das águas de lagos e reservatórios, gestão sustentável da drenagem urbana, mapeamento de risco de inundações e avaliação de impactos de barragens.

E-mail: scarati@usp.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6187823438322403>

Julia Roizemberg Bahiana

Arquiteta e Urbanista, graduada pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo (FAU), da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e Bolsista Capes no mestrado em Arquitetura no Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, PROARQ-FAU-UFRJ. Graduação sanduíche – Erasmus Mundus em České vysoké učení technické v Praze, Universidade Técnica de Praga. Colabora com o laboratório de pesquisa Paisagem e Representação do Ambiente – ProAMB. Apresenta experiência na área de Arquitetura e Urbanismo, Geoprocessamento (GIS), Sistema de Espaços Livres (SEL) e análise de áreas de vulnerabilidade socioambiental. Experiência profissional em estudo de viabilidade, projeto executivo e detalhamento construtivo nas áreas residencial e hospitalar.

E-mail: julia.bahiana@fau.ufrj.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6445335634809066>

Lutiane Queiroz de Almeida

Possui graduação (licenciatura e bacharelado) em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (2002) e mestrado em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará (2005). Doutorado em Geografia pela Universidade Estadual Paulista – UNESP, Campus de Rio Claro, com período sanduíche na Université de Paris X, Nanterre, e bolsista da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo – FAPESP. Atualmente é professor associado do Departamento de Geografia, da Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN; professor do Programa de Pós-Graduação e Pesquisa em Geografia da UFRN, coordenador do grupo de pesquisa GEORISCO – Dinâmicas ambientais, Riscos e Ordenamento do Território e coordenador do Núcleo Interdisciplinar de Pesquisas sobre Desastres – NUPED-UFRN. Atualmente, é pesquisador-visitante do CEMADEN – Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais.

E-mail: lutianealmeida@hotmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/7311955924979180>

Márcia Bento Moreira

Graduada (1995) em Medicina Veterinária pela Universidade de Marília. Mestre (2001) em Técnicas Operatórias e Cirurgia Experimental pela Universidade

Federal de São Paulo – Escola Paulista de Medicina (UNIFESP – EPM). Doutora (2006) em Cirurgia e Experimentação pela UNIFESP – EPM. Professora Adjunta III, ministra aulas na Graduação (curso de Medicina Veterinária) e na Pós-Graduação (Ciências da Saúde e Biológicas), Extensão Rural e Agroecologia e Desenvolvimento Territorial.

E-mail: marciabentomoreira@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/2800851428205548>

Maria Cristina Santana Pereira

Engenheira Ambiental pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2009). Tecnóloga em Construção Civil pela Faculdade de Tecnologia de São Paulo. Mestra em Engenharia Civil – Recursos Hídricos pela Escola Politécnica da USP (2014). Doutoranda do programa de Engenharia Civil da Escola Politécnica da USP. Faz parte do Grupo de Estudos em Saúde Planetária (IEA/USP) e mentora do Grupo de Integração à Pesquisa em Soluções Baseadas na Natureza (GIP-SbN).

E-mail: maripereira@usp.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/8312788177166573>

Mariana Corrêa Soares

Arquiteta e urbanista graduada pela Universidade de São Paulo – USP (2004). Mestra em Paisagem e Ambiente pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da USP (2014). Tem experiência na área de Paisagem, com ênfase em Projetos de Espaços Livres Urbanos, atuando principalmente nos seguintes temas: paisagismo, arquitetura da paisagem, infraestrutura verde, desenho ambiental, planejamento ambiental, análise paisagística, fundos de vale urbanos, unidades de conservação, plano de manejo, valorização do pedestre no espaço urbano, mobilidade ativa, áreas verdes e espaços livres públicos em geral.

E-mail: marisoarespaisagismo@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/4772137445661096>

Marta Foepfel Ribeiro

Possui Doutorado em Planejamento Ambiental pelo Programa de Planejamento Energético (PPE/COPPE/UFRJ) e Mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro. Professora Adjunta do Departamento de Geografia Física do Instituto de Geografia/IGEOG da Universidade do Estado do Rio de Janeiro.

E-mail: marta.foepfel@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6709924005274272>

Noêmia de Oliveira Figueiredo

Professora Associada da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro do Departamento de Arquitetura e Urbanismo (UFRRJ – DAU). Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade Santa Úrsula (2001), mestrado em Arquitetura pelo PROARQ – UFRJ (2005), doutorado em urbanismo pelo PROURB – UFRJ (2013) e pós-doutorado em urbanismo pela Faculdade de Arquitectura da Universidade de Lisboa (2020). É membro colaborador do programa de pós-graduação desenvolvimento territorial e políticas públicas (UFRRJ / PPGDT) e do Centro de Investigação em Arquitetura, Urbanismo e Design (CIAUD).

E-mail: noemiafigueiredo@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/3151610662907940>

Otavio Miguez da Rocha-Leão

Possui graduação em Geografia pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (1992), mestrado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (1997) e doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2005). Atualmente é professor associado da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Tem experiência na área de Geociências, com ênfase em Geomorfologia, atuando principalmente nos seguintes temas: erosão, recuperação de áreas degradadas, revegetação, hidrologia e hidrologia de encostas.

E-mail: orochaleao@hotmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6117513286651749>

Pedro Henrique da Silva Juvenal

Possui Licenciatura em Geografia pela Universidade Estadual do Ceará – UECE (2017), atualmente cursa Especialização em Geoprocessamento Aplicado a Análise Ambiental e dos Recursos Hídricos (LabGeo/UECE), bem como, mestrando em Geografia pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN. Membro do Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Aplicados – LabGeo/UECE, ao Grupo de Estudos; Geoprocessamento, Vulnerabilidade e Redução de Risco de Desastres (GeoDesastres).

E-mail: professor.pedrojuvenal@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9371846064443685>

Reinaldo Pacheco dos Santos

Mestrado Profissional em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido pelo Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Dinâmicas de Desenvolvimento do Semiárido (PPGDiDeS) da Universidade Federal do Vale do São Francisco (Univasf, 2022). Especialista em Gestão Escolar pelo Instituto

Superior de Teologia Aplicada (2010). Graduado em Geografia pela Universidade de Pernambuco (UPE). Graduado em Pedagogia pela Universidade Norte do Paraná (2008).

E-mail: pachecoreinaldo6@gmail.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/9147174509760048>

Rodrigo de Melo Campos

Geógrafo do Instituto Estadual do Ambiente INEA-RJ. Bacharel em Geografia pela Universidade Federal Fluminense e Especialista em Topografia e Sensoriamento Remoto pela Universidade Cândido Mendes. Atua em unidades de conservação da natureza e no diagnóstico de paisagens naturais e rurais em ambientes de montanha.

E-mail: rdmcampos@live.com

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1650674960425720>

Rodrigo Silva da Conceição

Possui graduação em Geografia (2005), mestrado em Geografia (2007) e doutorado em Meio Ambiente (2014) pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ). Atuou como técnico, pesquisador e professor substituto do Departamento de Geografia Física da UERJ, com inserção no Núcleo de Estudos e Pesquisas em Geoprocessamento (NEPGEO), no Laboratório de Geoprocessamento (LAGEPRO) e no Grupo de Estudos Ambientais (GEA). Atualmente é Tecnologista em Desastres Naturais do Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN) vinculado ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI).

E-mail: rsc_geo@yahoo.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/6765553122333119>

Vinicius da Silva Seabra

Possui graduação em Geografia, licenciatura e bacharelado, pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2003), especialização em Ciências Ambientais no NADC/UFRJ, mestrado em Geologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2007), doutorado em Geografia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade de Havana-Cuba (2012) e pós-doutorado em Geoprocessamento no PPGG/UFRJ. Atualmente é professor do Departamento de Geografia, e do programa de pós-graduação em Geografia, da Faculdade de Formação de Professores da Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Coordena o Grupo Dinâmicas Ambientais e Geoprocessamento da UERJ-FFP.

E-mail: vinigeobr@yahoo.com.br

Currículo Lattes: <http://lattes.cnpq.br/1434896097110889>

SOBRE O LIVRO

Tiragem: Não comercializada

Formato: 16 x 23 cm

Mancha: 12,3 x 19,3 cm

Tipologia: Times New Roman 10,5/11,5/13/16/18

Arial 8/8,5

Papel: Pólen 80 g (miolo)

Royal Supremo 250 g (capa)

Editora CRV - Proibida a impressão e/ou comercialização