

# Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Sabrina Passoni Maraviesk

(Organizadora)



**Atena**  
Editora

Ano 2018

Sabrina Passoni Maraviesk  
(Organizadora)

# Estudos Interdisciplinares: Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Atena Editora  
2018



2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Antonella Carvalho de Oliveira

**Diagramação e Edição de Arte:** Geraldo Alves e Natália Sandrini

**Revisão:** Os autores

#### **Conselho Editorial**

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

<b>Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)</b>	
E82	Estudos interdisciplinares: ciências exatas e da terra e engenharias / Organizadora Sabrina Passoni Maraviesk. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2018.  Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-85107-57-4 DOI 10.22533/at.ed.574181510  1. Ciências exatas e da terra. 2. Engenharia. I. Maraviesk, Sabrina Passoni.  CDD 507
<b>Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422</b>	

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

2018

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

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)

## APRESENTAÇÃO

A obra “Estudos Interdisciplinares Ciências Exatas e da Terra e Engenharias” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, e neste volume, em seus 18 capítulos, apresenta uma diversidade de estudos realizados nas diversas áreas das ciências exatas, da terra e das engenharias.

As Ciências Exatas e da Terra englobam diversas áreas como: a Física, a Matemática, Probabilidade e Estatística, a Química, a Ciência da Computação, a Astronomia, a Geociências e a Oceanografia. Estas áreas têm o importante papel de fornecer a base do conhecimento para as Engenharias e por este motivo, as Ciências Exatas e da Terra, englobam alguns dos campos mais promissores em pesquisas na Ciência, Tecnologia e Inovação.

Atualmente existem mais de trinta opções de formação acadêmica em Engenharia. E as mais comuns dentre elas são: Civil, Elétrica, Agrônoma, Mecânica, Ambiental, Florestal, Sanitária, de Computação, Química, de Alimentos, de Segurança do Trabalho, de Energias, Industrial, Produção, Biomédica, entre tantas outras.

A interdisciplinaridade entre estas áreas é um processo natural e inevitável, pois a formação dos profissionais engenheiros, seja qual for a Engenharia, necessita da relação entre diversas áreas do conhecimento.

O profissional formado em qualquer uma das áreas citadas acima se destaca pela capacidade de saber inovar com base na ciência, utilizando uma ou mais tecnologias. Isso se faz possível se este profissional tiver conhecimento das áreas que envolvam as relações humanas: como gestão, comunicação, liderança, habilidade de trabalho em equipe, empreendedorismo e criatividade. Atualmente não basta apenas ser bom em matemática e física, é preciso ser multi-intelectual.

Este volume é dedicado à interdisciplinaridade nas diversas áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias, pois o mercado atual exige uma revolução tecnológica e cabe a nós pesquisadores, das diversas áreas, buscarmos conhecer as demandas atuais para promover essas inovações de forma interdisciplinar, e não isoladamente. Neste sentido, esta obra foi dividida em cinco áreas: Administração, Agronomia, Engenharia Civil somado à Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Elétrica e Ensino.

Na área de Administração, o leitor identificará a interdisciplinaridade entre gestão e planejamento ambiental de áreas urbanas destacando atividades econômicas que são potenciais poluidores, buscando assim, inovação na área de Engenharia Mecânica para minimizar danos ambientais. E ainda, que para entender o comportamento do consumidor para um determinado produto, neste caso, a carne bovina se faz necessário o conhecimento da área de Alimentos e Produção Industrial.

Na Agronomia, métodos e programas estatísticos são utilizados para mostrar que a população de nematódeos varia com propriedades físicas do solo. Em outro estudo, mostra-se a forte relação da agronomia com os conhecimentos de química quando

trata-se da eficiência de uso de Nitrogênio ou da sua remobilização no cultivo do arroz. Na quantificação da perda de solos de uma bacia Hidrográfica é possível identificar a interdisciplinaridade com a matemática e a geociências.

A interdisciplinaridade na Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo é ainda mais acentuada, principalmente no que diz respeito à utilização da matemática, química, física, geociências, tecnologias, gestão e sustentabilidade. Nos estudos, verifica-se que é possível propor soluções ambientais por meio de estudos alternativos, como por exemplo, o uso do bagaço de cana-de-açúcar incorporado à liga asfáltica de borracha, uso de radar de penetração no solo para análise de revestimentos asfálticos, manejo sustentável das águas pluvias no meio urbano, utilização de ferramentas de análise multicritério na concepção de sistemas de abastecimento de água provinda de corpos hídricos subterrâneos, qualidade da água e otimização dos projetos arquitetônicos e o crescimento populacional, planejamento e drenagem urbana.

Na Engenharia Elétrica questões bastante atuais são abordadas a fim de conduzir os pesquisadores à tecnológicas sustentáveis, como é o caso do uso do hidrogênio como combustível e a reciclagem de placas de circuito.

Por fim, a área de Ensino que, dentre todas é a mais interdisciplinar de todas as outras áreas. Nesta, são abordadas algumas questões como motivação e a importância da metodologia adotada em sala para se trabalhar o ensino-aprendizagem nas engenharias, licenciaturas e tecnologias.

Aos autores dos diversos capítulos, pela dedicação e esforços sem limites, que viabilizaram esta obra que retrata os recentes avanços científicos e tecnológicos nas Ciências Agrárias, os agradecimentos dos Organizadores e da Atena Editora.

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes, professores e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias promovendo a interdisciplinaridade nas diferentes áreas das Ciências Exatas e da Terra e das Engenharias.

Sabrina Passoni Maravieski

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ANÁLISE DO PERFIL POLUIDOR DAS ATIVIDADES INDUSTRIAIS INSTALADAS NOS MUNICÍPIOS DE MARINGÁ, PAIÇANDU E SARANDI NO PERÍODO DE 2000 A 2015.	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
<i>Silvia Luciana Fávaro</i>	
<i>Wagner André dos Santos Conceição</i>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>15</b>
ATRIBUTOS CONSIDERADOS POR CONSUMIDORES PARA A COMPRA DE CARNE BOVINA – ESTUDO DE CASO COM UNIVERSITÁRIOS DE CAMPO MOURÃO	
<i>Valderice Herth Junkes</i>	
<i>Andréa Machado Groff</i>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>24</b>
IMPACTO DOS CUSTOS DE TRANSAÇÃO NA GESTÃO DA CADEIA DE SUPRIMENTOS DA INDÚSTRIA NAVAL: ESTUDO DE CASO EM UM ESTALEIRO CEARENSE	
<i>Carlos David Pedrosa Pinheiro</i>	
<i>Priscila Maria Barbosa Gadelha</i>	
<i>Maxweel Veras Rodrigues</i>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>40</b>
AVALIAÇÃO DA POPULAÇÃO DE NEMATÓIDES DE VIDA LIVRE E CARACTERÍSTICAS FÍSICAS DO SOLO EM CULTIVO DE ADUBOS VERDES	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Amanda Elisa Marega</i>	
<i>Nágila Maria Guimarães de Lima Santos</i>	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Ricardo Luiz Louro Berbara</i>	
<i>Luiz Rodrigues Freire</i>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>48</b>
PRODUÇÃO E EFICIÊNCIA DE REMOBILIZAÇÃO DE NITROGÊNIO DE MUTANTES DE ARROZ osap18	
<i>Cássia Pereira Coelho Bucher</i>	
<i>Erinaldo Gomes Pereira</i>	
<i>Andressa Fabiane Faria de Souza</i>	
<i>Carlos Alberto Bucher</i>	
<i>Manlio Silvestre Fernandes</i>	
<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>53</b>
QUANTIFICAÇÃO DA PERDA DE SOLOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRAPÓ UTILIZANDO A EQUAÇÃO UNIVERSAL DE PERDA DE SOLOS	
<i>Diogo Yukio Uema</i>	
<i>Laine Milene Caraminan</i>	

**CAPÍTULO 7 ..... 64**

ANÁLISE COMPARATIVA DA DENSIDADE MÁXIMA TEÓRICA (DMT) DE UMA MISTURA ASFÁLTICA COM A INCORPORAÇÃO DE CINZA DE BAGAÇO DE CANA-DE-AÇÚCAR POR MEIO DO MÉTODO RICE

*Arthur Pereira Neto*  
*Allan Barbeiro Modos*  
*Jesner Sereni Ildefonso*  
*Ronan Yuzo Takeda Violin*

**CAPÍTULO 8 ..... 74**

LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153-ANÁPOLIS-GO

*Antonio Lázaro Ferreira Santos*  
*Welitom Rodrigues Borges*  
*Isabela Resende Almeida*  
*Lucas Pereira Gonçalves*  
*Rafael Pereira Lima*  
*Rafael Araujo Rocha*

**CAPÍTULO 9 ..... 82**

MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA

*Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira*  
*Maria do Carmo de Lima Bezerra*

**CAPÍTULO 10 ..... 96**

MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA

*Daniel Cordeiro Ferreira*

**CAPÍTULO 11 ..... 109**

OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40-G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR

*Allan Barbeiro Modos*  
*Arthur Pereira Neto*  
*Eloah Maria Machado Davantel*  
*Heloisa Helena da Silva Machado*  
*Berna Valentina Bruit Valderrama*  
*Júlio César Dainezi de Oliveira*

**CAPÍTULO 12 ..... 122**

PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL

*Bruna Forestieri Bolonhez*  
*Bárbara Lorrayne da Silva Motta*  
*Paulo Fernando Soares*

**CAPÍTULO 13 ..... 132**

QUALIDADE DA ÁGUA NAS TRÊS BACIAS MAIORES (70%) CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA: GUAPI-MACACU, CACERIBU E IGUAÇU-SARAPUÍ

*Ana Carolina Cupolillo Bruno Morena*  
*David Neves de Oliveira*

*Herman de Castro Lima Neto*  
*Hélder Martins Silva*  
*Emmanoel Vieira da Silva-Filho*  
*Elisamara Sabadini Santos*  
*Edison Dausacker Bidone*

**CAPÍTULO 14 ..... 150**

O HIDROGÊNIO COMO VETOR ENERGÉTICO

*Diego Rafael Laurindo*  
*Oswaldo Hideo Ando Junior*

**CAPÍTULO 15 ..... 167**

RECICLAGEM DE PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO: UM ESTUDO DAS CONDIÇÕES OPERACIONAIS PARA RECUPERAÇÃO DE METAIS

*Maria do Socorro Bezerra da Silva*  
*Raffael Andrade Costa de Melo*  
*André Luis Lopes Moriyama*  
*Carlson Pereira Souza*

**CAPÍTULO 16 ..... 180**

ANÁLISE DO PERFIL, MOTIVAÇÃO, SATISFAÇÃO E EXPECTATIVAS DOS ACADÊMICOS DO CURSO DE ENGENHARIA QUÍMICA DA UNIVERSIDADE FEDERAL DO TRIANGULO MINEIRO

*Vinícius Henrique Vivas*  
*Priscila Pereira Silva*  
*Luciene Alves*  
*Geoffroy Roger Pointer Malpass*

**CAPÍTULO 17 ..... 196**

CÁLCULO DIFERENCIAL E INTEGRAL: IMPORTÂNCIA DA APRENDIZAGEM NO CURSO DE LICENCIATURA EM MATEMÁTICA

*Jerry Gleison Salgueiro Fidanza Vasconcelos*  
*Maria de Lourdes Silva Neta*  
*Antônio Cícero do Vale*  
*Erick Dieb Souza*

**CAPÍTULO 18 ..... 207**

UMA FORMA LUDICA DE APRENDER

*Anna Cristina Barbosa Dias de Carvalho*

**SOBRE A ORGANIZADORA..... 215**



## MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA

**Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira**

Universidade de Brasília, PPGFAU/UnB.

Brasília-DF

**Maria do Carmo de Lima Bezerra**

Universidade de Brasília, PPGFAU/UnB.

Brasília-DF

**RESUMO:** Este artigo apresenta a evolução dos sistemas de drenagem urbana até o momento atual onde os sistemas de manejo sustentável das águas pluviais passam a ser o paradigma desejável como solução que articule forma urbana e drenagem, com grande evolução nos países desenvolvidos. Os aspectos relativos à legislação de uso e ocupação do solo e ao saneamento básico são analisados para verificar como interagem aspectos técnicos e base normativa. O caso estudado é o Distrito Federal, sua base legal, conceitos e técnicas do planejamento urbano e do manejo das águas pluviais adotados. Como resultado, o exemplo analisado demonstra que a introdução de medidas estruturais e não estruturais de manejo sustentável das águas de chuva é o caminho a ser adotado no enfrentamento dos problemas de alagamentos urbanos, mas ainda existem resistências no âmbito governamental para adoção das soluções não ortodoxas que integrem gestão territorial com soluções de drenagem.

**PALAVRAS-CHAVES:** Drenagem sustentável; Distrito Federal; Planejamento urbano

**ABSTRACT:** This article presents the evolution of urban drainage systems to the present moment where sustainable urban storm water management systems become the desirable paradigm as a solution that articulates urban form and drainage with great evolution in developed countries. The aspects related to land use and land use legislation and to basic sanitation are analyzed to verify how technical aspects and normative basis interact. The case studied is the Federal District, legal basis and concepts and techniques of urban planning and stormwater management adopted. As a result, the example analyzed shows that the introduction of structural and non-structural measures for the sustainable management of Rainwater is the path to be used in order to cope with the problems of urban flooding, but there is still resistance in the governmental scope to adopt unorthodox methods that integrate territorial management with drainage solutions.

**KEYWORDS:** Sustainable drainage Federal District; Sustainable urban planning

### 1 | INTRODUÇÃO

O solo é utilizado pelas águas das chuvas como espaço para filtração e recarga dos

aquíferos, de forma a manter os cursos d'água. São estas águas que serão necessárias para fornecer os insumos para o desenvolvimento econômico, o consumo humano, o tratamento de rejeitos, dentre outros serviços ambientais, além da manutenção da biodiversidade.

A urbanização modifica o ciclo hidrológico devido a impermeabilização e a alteração da cobertura vegetal. A diminuição das áreas de coberturas naturais compromete o ciclo hidrológico porque a vegetação desempenha um controle qualitativo e quantitativo, promovendo a infiltração, a interceptação, o controle de poluentes, o controle de erosão, a evapotranspiração e a diminuição do escoamento superficial. (TUCCI, 1997).

A urbanização altera os percentuais de evapotranspiração, infiltração e escoamento superficial no meio e a quantidade de água na bacia hidrográfica, como ilustrado na Figura 1.

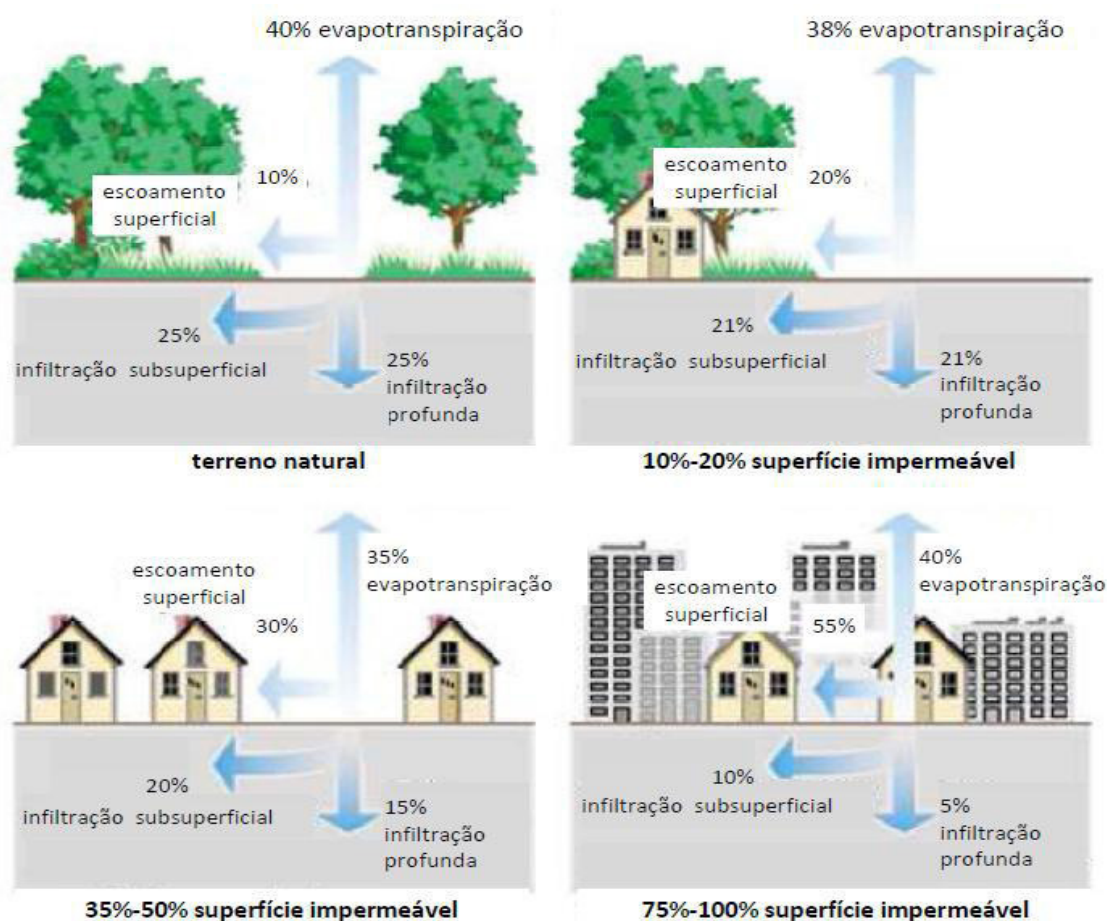


Figura 1: Alterações nas parcelas do ciclo hidrológico em diferentes fases da urbanização. Fonte: FISRWG, (2001)

Camapum e Lelis (2010) enfatizam que a expansão urbana desordenada ou mal planejada gera impactos ambientais como: desmatamento, erosão, assoreamento de rios e reservatórios, acúmulo de resíduos sólidos em áreas inapropriadas, contaminação do lençol freático e impermeabilização excessiva do solo.

A impermeabilização do solo provoca a redução da capacidade de infiltração natural das águas de chuva gerando a redução nos volumes das águas subterrâneas.

Aumenta o volume e a velocidade do escoamento das águas de chuva, gerando erosões. Estimula o transporte de sedimento pelas águas de chuva, gerando assoreamento dos corpos hídricos. Gera o comprometimento da qualidade das águas dos cursos d'água e lagos devido ao transporte da poluição urbana pelas águas de chuva. Provoca enchentes e inundações.

Segundo Tucci (2005, p.19) o escoamento pluvial transporta sedimentos cuja quantidade depende do estágio em que se encontra o desenvolvimento urbano, quais sejam:

a. estágio de pré-desenvolvimento: a bacia hidrográfica naturalmente produz uma quantidade de sedimentos transportada pelos rios em razão das funções naturais do ciclo hidrológico;

b. estágio inicial de desenvolvimento urbano: quando ocorre modificação da cobertura da bacia, pela retirada da sua proteção natural, o solo fica desprotegido e a erosão aumenta no período chuvoso, aumentando também a produção de sedimentos. Exemplos dessa situação são: enquanto um loteamento é implantado, o solo fica desprotegido; ruas sem pavimento; erosão pelo aumento da velocidade do escoamento a montante por áreas urbanizadas; na construção civil por falta de manejo dos canteiros de obras onde ocorre grande movimentação de terra. Esse volume é transportado pelo escoamento superficial até os rios. Nessa fase, existe predominância dos sedimentos e pequena produção de lixo;

c. estágio intermediário: parte da população está estabelecida, ainda existe importante movimentação de terra por causa de novas construções. Em virtude da população estabelecida, existe também uma parcela de resíduos sólidos que se soma aos sedimentos;

d. estágio de área desenvolvida: nessa fase praticamente todas as superfícies urbanas estão consolidadas, resultando numa produção residual de sedimentos em razão das áreas não-impermeabilizadas, mas a produção de lixo urbano chega ao seu máximo com a densificação urbana.

O manejo sustentável das águas de chuva tem como objetivo diminuir os impactos da expansão urbana em relação a quantidade e a qualidade da água pluvial, privilegiando a integração da água à cidade, recuperando seus valores ambientais e paisagísticos.

## **2 | EVOLUÇÃO DOS SISTEMAS DE DRENAGEM NO MEIO URBANO**

No século XX houve um avanço significativo nas técnicas e na gestão das águas pluviais no meio urbano devido aos problemas e desafios causados pelo aumento e concentração populacional, pelo crescimento industrial e pela deterioração das condições ambientais, em especial, das águas.

Até 1970 os sistemas de drenagem urbana foram baseados no rápido escoamento do excesso pluvial pelas ruas até os rios por canalização, fornecimento de água para consumo com retirada à montante e coleta de esgotos e despejo, sem tratamento, à jusante. A preocupação era retirar para longe das pessoas os riscos de proliferação de doenças. Essa fase é denominada higienista (TUCCI, 2005; KOIDE, 2016).

O despejo sem tratamento dos esgotos sanitários nos rios, o transporte da poluição urbana pelas águas de chuva, os depósitos de resíduos sólidos urbanos que contaminam as águas superficiais e subterrâneas e a contaminação das águas subterrâneas por despejos industriais e domésticos, promoveram o chamado ciclo de contaminação das águas. Uma das consequências desta forma de expansão urbana sem visão ambiental é a deterioração dos mananciais e a redução da cobertura de água segura para a população, ou seja, a escassez qualitativa (TUCCI, 2005).

Em 1975, a “Clean Water Act” (Lei da Água Limpa) nos Estados Unidos, definiu que todos os efluentes deveriam ser tratados com a melhor tecnologia disponível para recuperação e conservação dos rios. Isso permitiu melhorar as condições ambientais, evitar a proliferação de doenças e a deterioração de fontes de abastecimento. Verificou-se que era insustentável continuar a construção de obras de drenagem que aumentassem o escoamento em razão da urbanização, como a canalização de rios naturais. Os sistemas de drenagem então avançaram para realizar o tratamento do esgoto doméstico com implementação de total cobertura de coleta e tratamento e o controle de inundações com técnicas de amortecimento. Essa fase é denominada corretiva e ocorreu no período de 1970 a 1990 (TUCCI, 2005; KOIDE, 2016).

Tucci (2005) esclarece que a qualidade das águas pluviais escoada pela canalização depende da limpeza urbana e sua frequência, da intensidade da precipitação e sua distribuição temporal e espacial, da época do ano e do tipo de uso da área urbana. Com o adensamento urbano e o aumento do consumo, ocorreu o aumento da impermeabilização do solo, da geração de resíduos e sua disposição inadequada. O escoamento pluvial acaba transportando estes resíduos para o sistema de drenagem, agravando a poluição nos rios.

Verificou-se que não bastava atuar sobre o problema no fim do processo, faz-se necessário trabalhar preventivamente na origem. Essa fase é denominada sustentável e teve início em 1990. Consiste no planejamento da ocupação do espaço urbano obedecendo aos mecanismos naturais de escoamento; no controle dos micropoluentes, no controle da poluição difusa e a recuperação da infiltração (TUCCI, 2005; KOIDE, 2016).

Estes períodos refletem os avanços alcançados pelos países desenvolvidos. Os países em desenvolvimento estão tentando sair da primeira fase para uma ação corretiva dentro da fase sustentável. Tucci (2005) nos informa também que o Eng. Saturnino de Brito, no início do século 20, planejou algumas cidades brasileiras segundo a concepção sustentável e estava adiante do seu tempo.

Com a impermeabilização do solo a água de chuva que infiltrava passa a



escoar pela canalização de drenagem urbana, aumentando o volume do escoamento superficial. O volume que escoava lentamente pela superfície do solo e ficava retido pelas plantas, com a urbanização, passa a escoar através de superfícies impermeáveis, condutos e canais, exigindo maior capacidade de escoamento e aumento do diâmetro das tubulações e declividade da canalização.

Segundo Tucci (2005) a canalização tende a representar custos de 6 a 10 maiores que o amortecimento do escoamento. As medidas de infiltração tendem a ter custos ainda 25% inferiores ao amortecimento.

Camapum et al (2010) preconizam algumas medidas preventivas importantes para o desenvolvimento urbano sustentável que podem minimizar os impactos da impermeabilização do solo, dentre elas a definição do traçado urbanístico levando-se em conta as características geomorfológicas, climáticas e o controle do escoamento superficial, de modo a favorecer a infiltração e reduzir os efeitos dos picos de chuva, além da definição da taxa de ocupação apropriada às condições ambientais vigentes.

O planejamento do desenvolvimento urbano e das suas infraestruturas sobre bases sustentáveis exige abordagens multidisciplinares que permitam antecipar e avaliar os impactos das intervenções na bacia hidrográfica, em detrimento de tratamentos tradicionais, que impedem uma compreensão das interações e da dinâmica dos processos sócio-ambientais que ocorrem no território. A adoção dessa estratégia visa realizar a implantação urbana com menor impacto negativo possível, de modo a gerar menor custo financeiro e ambiental, presentes e futuros, garantir meio ambiente equilibrado e qualidade de vida a população.

### **3 | PLANEJAMENTO URBANO E SISTEMAS DE DRENAGEM NO BRASIL**

O Brasil tem avançado no estabelecimento de legislação e programas para estimular o desenvolvimento sustentável no planejamento urbano e na gestão das águas pluviais.

O Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001) define que o plano diretor é o instrumento básico da política de desenvolvimento e expansão urbana. Dentre suas diretrizes gerais tem a garantia do direito a cidades sustentáveis; o planejamento do desenvolvimento das cidades de modo a evitar e corrigir as distorções do crescimento urbano e seus efeitos negativos sobre o meio ambiente; a ordenação e controle do uso do solo, de forma a evitar os usos excessivos ou inadequados em relação à infraestrutura urbana e a poluição e a degradação ambiental, dentre outros; a adoção de padrões de produção e consumo de bens e serviços e de expansão urbana compatíveis com os limites da sustentabilidade ambiental do Município e do território sob sua área de influência.

A Lei nº 12.608/2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil, introduziu no Estatuto da Cidade a obrigatoriedade dos municípios com áreas de riscos a adoção de medidas de drenagem urbana necessárias à prevenção e à

mitigação de impactos de desastres; a identificação e diretrizes para a preservação e ocupação das áreas verdes municipais, quando for o caso, com vistas à redução da impermeabilização das cidades e que o conteúdo do plano diretor deverá ser compatível com as disposições dos planos de recursos hídricos, formulados de acordo com a legislação de recursos hídricos (Lei nº 9.433/1997).

A Lei de Saneamento (Lei nº. 11.445/2007) define que o saneamento básico é composto por abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo dos resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais. Esta Lei prevê que os serviços prestados pelas cidades devem atender a legislação de recursos hídricos (art. 4º, parágrafo único). Segundo esta lei, os planos de saneamento básico deverão ser compatíveis com os planos das bacias hidrográficas em que estiverem inseridos além de serem articulados com as políticas de desenvolvimento urbano e regional, de habitação, de proteção ambiental, dentre outras.

O Ministério das Cidades, por meio do Programa de Drenagem Urbana Sustentável, procura promover articulação da gestão da drenagem urbana com as políticas de desenvolvimento urbano, de uso e ocupação do solo e de gestão das respectivas bacias hidrográficas. Estimula a gestão sustentável da drenagem urbana com ações estruturais e não-estruturais dirigidas à recuperação de áreas úmidas, à prevenção, ao controle e à minimização dos impactos provocados por enchentes urbanas e ribeirinhas (Ministério das Cidades, 2012).

O programa apóia diretrizes de drenagem que sejam previstas no Plano Diretor de Drenagem Urbana (PDDU), e que sejam compatíveis com o Plano Diretor Municipal, com o Plano de Saneamento Básico, com o Plano de Bacia Hidrográfica e com os Planos de Desenvolvimento Regional, ou equivalentes, quando existentes. Em casos de municípios que não tenham o PDDU, os recursos concedidos deverão ser utilizados em sua elaboração, devendo este necessariamente atender aos princípios de Manejo Sustentável das Águas Pluviais Urbanas, apresentados pelo programa (Ministério das Cidades, 2012).

A gestão dos recursos hídricos tem sido realizada por bacia hidrográfica, no entanto a gestão do uso do solo é realizada pelo município ou grupo de municípios numa região metropolitana. O desafio é realizar a gestão de acordo com a definição do espaço geográfico externo e interno a cidade, em harmonia com o meio físico e biótico. Desta forma busca-se garantir a disponibilidade hídrica com qualidade para todos os usos; manter a qualidade da água dos rios a jusante e evitar impactos devido à urbanização na drenagem urbana e nas áreas ribeirinhas.

## **4 | PRINCÍPIOS DO MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO**

No esforço de elaboração da gestão sustentável das águas urbanas surgiu na

década de 80 o conceito de Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto (Low Impact Development), nos Estados Unidos, a abordagem australiana de Water Sensitive Urban Design (WSUD) e a abordagem britânica de Sustainable Drainage Systems (SuDS). Estas abordagens propõem uma forma de planejamento urbano sustentável por meio do emprego de planejamento multidisciplinar integrado, da busca de soluções locais e nas práticas de tratamento e controle das águas pluviais em pequena-escala para replicar o comportamento hidrológico natural em configurações urbanas. (SOUZA, CRUZ, TUCCI, 2012).

O Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto tem como princípios o uso e ocupação do território elaborado de forma integrada com princípios de manejo sustentável dos recursos naturais. Evita padronizações e estimula a elaboração de projetos que respeitem peculiaridades locais naturais e assegurem a proteção de toda a bacia hidrográfica. Promove a integração entre o projeto de implantação e as funções das infraestruturas e não apenas a busca de espaço para as infraestruturas dentro do design de um projeto. (SOUZA, CRUZ, TUCCI, 2012).

Este planejamento busca promover o controle do escoamento superficial onde a chuva atinge o solo (controle de escoamento na fonte) utilizando técnicas de manejo de forma integrada ao ambiente para recriar processos hidrológicos naturais. Trabalha a integração das áreas verdes no processo de controle do escoamento com a preservação de vegetação e solo nativos, o emprego de áreas permeáveis e a manutenção de caminhos naturais de drenagem. Privilegia a manutenção da permeabilidade do solo, a reservação, a infiltração e a utilização das águas pluviais. Estimula o uso das águas de chuva como fonte de água para diversos fins, tanto dentro como fora dos lotes, pelos entes públicos e privados. Desta forma, há diminuição dos volumes escoados e da necessidade de fornecimento de grande volume de água captada dos mananciais. Recomenda o uso de medidas tanto estruturais como não-estruturais tais como a educação ambiental, a participação e capacitação dos cidadãos (inclusive de profissionais), o desenho urbano e a regulação do uso do solo. (SOUZA, CRUZ, TUCCI, 2012).

O objetivo é que a área urbanizada tenha um comportamento aproximado às condições hidrológicas de pré-desenvolvimento, com maior tempo de detenção do escoamento pluvial, maior infiltração e recarga dos aquíferos, menor escoamento superficial, menores níveis de erosão e de poluição das águas e, conseqüentemente, menores impactos negativos, menores custos para a mitigação de impactos, recuperação sócio-econômica e ambiental e menores investimentos para fornecimento dos recursos ambientais necessários ao desenvolvimento sócio-econômico.

#### **4.1 Elementos de manejo das águas pluviais na composição da paisagem urbana**

Os sistemas de manejo sustentável das águas de chuva podem ser implantados no tratamento paisagístico dos espaços abertos, de todos os tamanhos e em todos

os locais. É uma forma de emprego de áreas com vegetação para exercerem funções infraestruturais relacionadas ao manejo das águas urbanas e da biodiversidade, além de promover o embelezamento local. Souza, Cruz e Tucci (2012) enfatizam que as práticas paisagísticas usuais não encorajam a preparação adequada de áreas de plantio para readquirir benefícios hidrológicos do solo natural. Como resultado, solos em áreas abertas podem gerar escoamento de forma similar a áreas impermeáveis.

Existem diversos sistemas de drenagem que auxiliam na execução das funções de manutenção da permeabilidade do solo, da infiltração das águas de chuva, do controle do escoamento e da utilização das águas pluviais que podem ser empregados na composição da paisagem urbana. Podem ser de infiltração, retenção ou detenção.

Os sistemas de infiltração capturam um volume de escoamento superficial e infiltram no solo. Tem como finalidade o controle da quantidade e da qualidade da água e a recarga dos aquíferos. Utilizam como meio de filtração material granular tais como areia, o solo, material orgânico, ou uma membrana para eliminar a poluição difusa transportada pelo escoamento. Fatores naturais, como porosidade do solo, geomorfologia, cobertura vegetal, e fatores antrópicos, como desmatamento e impermeabilização, são fatores determinantes na taxa de infiltração do solo (CAMAPUM, LELIS, 2010). Neste sistema temos: jardins de chuva, canteiros pluviais, biovaletas, bacias de infiltração, pavimento permeável, trincheiras de infiltração, poços de infiltração etc. (Figura 2).



Figura 2. Foto da esquerda mostra rua em forma de onda e sem meio fio que permitem a infiltração de parte do escoamento nas laterais com vegetação. Na foto da direita é apresentada uma área de infiltração num canteiro. Fonte: Weinstein, (2003), apud Tucci, (2005)

Os sistemas de retenção capturam um volume de escoamento e mantêm esse volume até que seja infiltrada em parte. Podem utilizar a vegetação para melhoria na qualidade e controle da quantidade de água. Também podem ser implementados a nível de lote. Os volumes retidos podem ser aproveitados para irrigação, lavagem de superfícies e outros usos. Incluem dispositivos como lagoas pluviais, coberturas verdes, poços e cisternas.

Os sistemas de detenção capturam um volume escoado e retêm temporariamente



esse volume para posterior liberação gradual para o sistema de drenagem. São projetados para esvaziar completamente após as chuvas e, portanto, fornecer, principalmente, o controle da quantidade de água. Quando secas, podem ser integradas a outros usos como recreação e lazer. Podem ser abertas ou subterrâneas.

## **5 | MANEJO DAS ÁGUAS PLUVIAIS EM BRASÍLIA - MODELO TRADICIONAL E SUAS CONSEQUÊNCIAS.**

O Distrito Federal foi criado em 1957 com o objetivo de transferir a capital do país e de interiorizar seu desenvolvimento. A cidade de Brasília foi planejada e construída com outras regiões administrativas (cidades) que serviram inicialmente de apoio ao desenvolvimento do Plano Piloto. O planejamento da infraestrutura de saneamento do DF é posterior às ocupações iniciais do território. Foi realizado pelo Planidro – Plano Diretor de Água, Esgoto e Controle da Poluição (1970). Em 1975 foi estabelecido um zoneamento sanitário que possuía como foco a regulação da ocupação do Lago Paranoá onde está localizado o Plano Piloto e toda a área tombada (SO/DF, 2008). O Lago Paranoá e seus contribuintes continuaram sendo o foco principal de proteção.

Coimbra (2016) esclarece que todo o Plano Piloto de Brasília (área tombada do DF) é coberto com rede de drenagem e que o sistema implantado foi concebido com conceitos tradicionais, no entanto, devido a crescente impermeabilização do solo, o sistema inicialmente implantado tornou-se subdimensionado.

O destino final da maior parte do escoamento urbano de Brasília é o Lago Paranoá, lago artificial construído junto com a cidade com o objetivo de aumentar a umidade relativa do ar. Este corpo hídrico tem usos múltiplos (lazer, energia, drenagem, esgoto tratado) e está sendo preparado para servir de manancial para o abastecimento de Brasília e outras regiões administrativas (SO/DF, 2008). No entanto, o aumento da impermeabilização, o recebimento das cargas de poluição difusa transportadas pela drenagem urbana e a ocupação das margens do Lago estão provocando seu assoreamento e degradando a qualidade das suas águas.

Costa & Koide (2013) concluíram que as cargas de poluição difusa que chegam ao Lago Paranoá oriundas do sistema de drenagem da Asa Norte nos meses de novembro a janeiro podem ser mais significativas do que a cargas lançadas pelo efluente tratado da ETE que recebe o esgoto doméstico desta área. Menezes (2010) mostra que o assoreamento do Lago vem diminuindo sua área ao longo dos anos. (Figura 3).

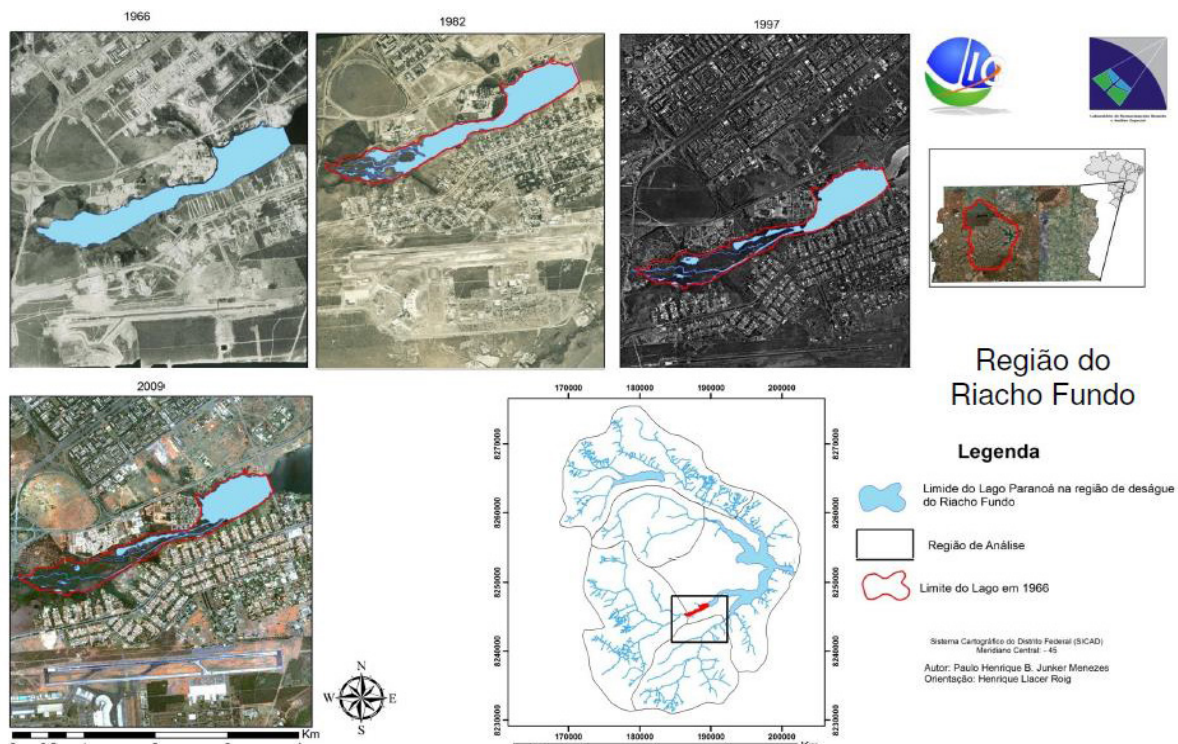


Figura 3 - Variação da área do espelho d'água do lago Paranoá utilizando fotos aéreas ortorretificadas e imagens de satélite ortorretificadas. Fonte: MENEZES, (2010).

## 5.1 Novas intervenções previstas no PDTU-DF frente às novas concepções de drenagem e os problemas existentes no DF.

Desde os anos 90, A NOVACAP, empresa responsável pela execução e manutenção da infraestrutura de drenagem do DF, numa tentativa de rever e incorporar conceitos de sustentabilidade em relação às águas pluviais, está projetando e executando novos sistemas com a previsão de construção de bacias de retenção e retenção, com o objetivo de reduzir a carga de poluentes e a vazão de pico das águas pluviais a serem lançadas nos corpos hídricos receptores. Atualmente estes projetos estão sendo executados a partir das diretrizes fornecidas pelo Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal - PDDU-DF e da Resolução nº 09/2011, da ADASA, que estabelece como vazão máxima de 24,4 l/s/ha para lançamento das águas da drenagem urbana em corpos hídricos. Existem cadastradas 51 bacias de retenção no DF distribuídas nas diversas Regiões Administrativas (COIMBRA, 2016).

O PDDU-DF foi elaborado em 2008 em cumprimento a lei de saneamento. Esse Plano definiu como objetivo atuar sobre os impactos existentes e a prevenção de impactos futuros. O Relatório 3 do PDDU-DF faz uma análise da articulação existente no DF entre planejamento urbano e o sistema de drenagem. No seu diagnóstico analisa as diretrizes estabelecidas pelo Plano de Ordenamento Territorial do DF - PDOT.

O PDOT propôs maior adensamento das áreas já urbanizadas, otimizando a infraestrutura existente. O PDDU-DF considera este tipo de ação razoável desde que não envolva a perda de espaço verde e da infiltração existente, caso contrário a densificação poderá agravar a impermeabilização. Considera também que não é

razoável a existência de lotes inferiores a 300m<sup>2</sup> pois tendem a total impermeabilização da área. Analisou que no PDOT não existem parâmetros de expansão que levem em conta os condicionantes de águas pluviais e considerou que o planejamento urbano deveria utilizar os indicadores das águas urbanas, disciplinando o espaço de acordo com os limitantes destes componentes da infraestrutura. (SO/DF, 2008).

A NOVACAP, buscando compensar os efeitos da urbanização e eliminar locais de alagamento, está implementando o Programa Drenar-DF que tem o objetivo de melhorar os sistemas de drenagem urbana, solucionando os problemas recorrentes de inundações, proteção de nascentes e erosões. Neste programa são previstas bacias de retenção e de retenção a serem construídas em trechos da Asa Sul, Asa Norte e no Parque da Cidade. (COIMBRA, 2016).

Maldi, Mendes e Koide (2015) realizaram uma análise da viabilidade das bacias propostas pelo PDDU-DF e uma simulação de alternativas de intervenções para manejo do escoamento superficial em uma das bacias de drenagem do Plano Piloto de Brasília responsável pela maior área drenada do DF. A Sub-Bacia do Centro Olímpico tem como cabeceira o Autódromo Nelson Piquet e como exutório o Centro Olímpico da Universidade de Brasília, abrangendo quadras comerciais, residenciais, o setor de oficinas, escolas e universidades. Foram estudadas as alternativas abaixo visualizadas na figura 4.

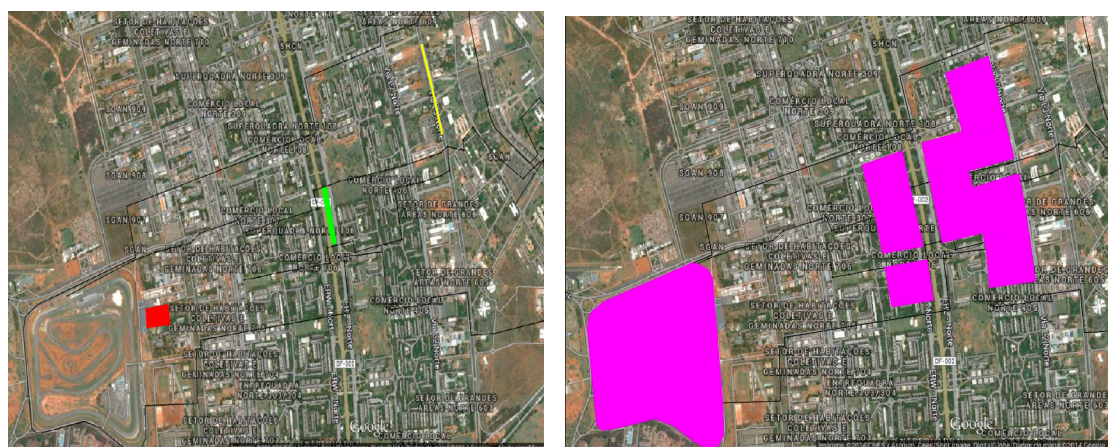


Figura 4 – na foto à esquerda temos a localização das bacias de retenção do estudo. Na foto à direita a localização das trincheiras de infiltração. Fonte: Maldy, Mendes e Koide (2015)

O referido estudo demonstra a importância da complementaridade entre técnicas tradicionais com soluções de drenagem sustentável apesar do estudo não ter explorado de modo abrangente os elementos de manejo sustentável das águas pluviais. Está em elaboração um estudo para aplicar o que se denomina infraestrutura verde de modo a verificar como uma gama maior de intervenções na paisagem de Brasília pode aumentar a contribuição dessas soluções para a infiltração das águas decorrentes do escoamento superficial.

A tabela 1 aponta os resultados obtidos:



Situações analisadas	Tempo de retorno de 5 anos e duração de 30 min		Tempo de retorno de 15 anos e duração de 60 min	
	Vazão de pico (m <sup>3</sup> /s)	Percentual de abatimento	Vazão de pico (m <sup>3</sup> /s)	Percentual de abatimento
Atual	18,92		23,63	
Alternativa 1 - Bacia 1 – bacia de detenção na L4 norte	2,15	88,64%	2,85	87,94%
Alternativa 2 - Bacia 2 - bacia de detenção na L3 norte	6,03	68,13%	8,37	64,58%
Alternativa 3 - Bacia 3 - bacia de detenção no Eixão norte	14,29	24,47%	20,07	15,07%
Alternativa 4 - Bacia 4 bacia de detenção próxima ao Autódromo	17,27	8,72%	22,79	3,55%
Alternativa 5 – Opção do GDF - Bacia 1 + Bacia 2	4,06	78,54%	7,49	68,30%
Alternativa 6 - Trincheiras de infiltração instaladas na área do autódromo, nas superquadras (100, 200 e 400) norte e nas áreas próximas ao exultório.	13,70	27,59%	20,14	14,77%
Alternativa 7 - Bacia 1 + Trincheiras de infiltração	1,98	89,53%	2,68	88,66%

Tabela 1- desempenho das alternativas. Fonte: adaptado de Maldini, Mendes e Koide (2015)

O Drenar-DF está fundamentado na adoção de soluções compensatórias de drenagem agindo em conjunto com as estruturas convencionais, ou seja, está implementando a fase corretiva no sistema de drenagem. Apesar de possibilitar a melhoria da qualidade e da quantidade do escoamento das águas de chuva, o programa não prevê o controle do escoamento na fonte, tampouco a recuperação da infiltração em toda área urbana, que são princípios da fase sustentável.

## 6 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar de ter sido inaugurada em 1960 e de ter inicialmente oferta de grandes áreas verdes, Brasília e todo o DF apresentam hoje os impactos causados pelos problemas de planejamento urbano e drenagem como outras cidades brasileiras: enchentes, inundações, erosões, contaminação e assoreamento de corpos hídricos. O desenho urbano e as áreas verdes existentes não foram planejados para favorecer a infiltração do escoamento pluvial oriundo das vias e a urbanização acelerada formal e informal promoveu a perda de áreas verdes para outros usos com aumento da impermeabilização.

Nos últimos 30 anos, o elevado crescimento populacional no DF, a falta de planejamento e controle urbano e a ocupação desordenada e, muitas vezes, irregular, das principais áreas de infiltração das águas pluviais produzem impactos significativos na disponibilidade de água para os diversos usos no DF. Sendo uma região de nascentes, o DF possui uma rede hídrica superficial formada predominantemente de pequenos córregos. A disponibilidade hídrica no DF está em torno de 1.338 m<sup>3</sup>/habitante/ano, o que demonstra uma situação de estresse hídrico, segundo critérios desenvolvidos pela Organização das Nações Unidas - ONU ( OLIVEIRA, 2010).



As áreas verdes e os espaços abertos ainda disponíveis dentro e fora das quadras, bem como as vias urbanas e suas áreas marginais (calçadas etc) podem cumprir funções infraestruturais de manejo sustentável das águas pluviais por meio de projetos de readaptações e requalificações, a partir de estudos das características hidrológicas, geomorfológicas, dentre outros, em cada local de intervenção.

Essas áreas de Brasília podem ser transformadas a favor da sustentabilidade ambiental da paisagem da cidade por meio de elementos de infiltração e retenção das águas de chuva promovendo o controle do escoamento na fonte e a recuperação da infiltração em toda área urbana. Desta forma podem contribuir para a recuperação dos aquíferos, promover maior disponibilidade hídrica e melhoria da qualidade ambiental sem impactar os corpos hídricos e sem perder suas características de melhoria da paisagem urbana.

Em paralelo a essas mudanças na visão da drenagem no DF esta em curso a elaboração do Zoneamento Ecológico-Econômico do DF da revisão da Lei de Uso e Ocupação do Solo, do Plano Diretor de Ordenamento territorial e do Código de Obras. Também está sendo elaborado o Plano de Saneamento Básico. Legislações e planos essenciais para articulação entre o planejamento urbano e a drenagem.

São oportunidades de ações estruturais e não-estruturais fundamentais para que técnicos e a comunidade em geral possam incorporar na legislação e na prática dos projetos e das obras os princípios de planejamento urbano sustentável e de manejo sustentável das águas de chuva já consolidados em pesquisas e usos no Brasil e no exterior.

## REFERÊNCIAS

CAMAPUM, J. C.; LELIS, A. C. **Cartilha infiltração**. - Brasília, 2010. 36 p. Série Geotecnia UnB; v. 2.

COIMBRA, A. R. S. R. O Projeto Drenar DF. In: **Simpósio: Olhares sobre o Manejo de Águas Pluviais no DF: desafios e oportunidades**. ABES, 2016. Disponível em [http://www.abes-df.org.br/upload/documentos/2016\\_03\\_31/apresentacao-abes-ucb-drenar-df.pdf](http://www.abes-df.org.br/upload/documentos/2016_03_31/apresentacao-abes-ucb-drenar-df.pdf). Acesso em: 12 dez. 2016.

COSTA, M. E. L.; KOIDE, S. O Impacto da Poluição Difusa Oriunda do Sistema de Drenagem Urbana no Lago Paranoá. In: **XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2013**, Bento Gonçalves. Anais do XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Porto Alegre: ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2013. v. 1. p. 1-8.

FISRWG - FEDERAL INTERAGENCY STREAM CORRIDOR RESTORATION WORKING GROUP. **Stream Corridor Restoration: Principles, Processes, and Practices**. Federal Interagency Stream Corridor Restoration Working Group, 2001, 637 p.

OLIVEIRA, T.C.E. (Org.). **Uso Sustentável da Água - Utilizar Sabedoria na Interação com a Água**. Brasília: – Instituto Brasília Ambiental - IBRAM, 2008. 24 p. Disponível em: [http://www.ibram.df.gov.br/images/Cartilha %20Uso%20sustentavel%20da%20agua%20reduzida.pdf](http://www.ibram.df.gov.br/images/Cartilha%20Uso%20sustentavel%20da%20agua%20reduzida.pdf). Acesso em: 12 dez. 2016.

KOIDE, S. **Medidas de Controle do Impacto a Montante**. In: Simpósio: Olhares sobre o Manejo de Águas Pluviais no DF: desafios e oportunidades - ABES, 2016. Disponível em: [http://www.abes-df.org.br/upload/documentos/2016\\_03\\_31/controle-cheias-sergio-koide.pdf](http://www.abes-df.org.br/upload/documentos/2016_03_31/controle-cheias-sergio-koide.pdf). Acesso em: 12 dez. 2016.

MALDI, L. R.; MENDES, L.; KOIDE, S. Manejo de Águas Pluviais no Plano Piloto in XXI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2015, Brasília. **Anais**. Disponível em: [www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-593\\_manejo-de-aguas-pluviais-no-plano-piloto](http://www.evolvedoc.com.br/sbrh/detalhes-593_manejo-de-aguas-pluviais-no-plano-piloto). Acesso em: 16 jan. 2017.

MENEZES, P.H.B.J. **Avaliação do efeito das ações antrópicas no processo de escoamento superficial e assoreamento na bacia do Lago Paranoá**. 123 f., il. Dissertação de Mestrado em Geociências Aplicadas - Universidade de Brasília, 2010.

MINISTÉRIO DAS CIDADES. **Manual para Apresentação de Propostas para Sistemas de Drenagem Urbana Sustentável e de Manejo de Águas Pluviais**, Ministério das Cidades, Brasília, 2012.

SECRETARIA DE OBRAS DO DISTRITO FEDERAL (SO/DF). Vol. 6. Relatório de Produto 3 in: **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal**. Brasília, CONCREMAT Engenharia, 2008.

SOUZA, C. F.; CRUZ, M. A. S.; TUCCI, C. E. M. Desenvolvimento Urbano de Baixo Impacto: Planejamento e Tecnologias Verdes para a Sustentabilidade das Águas Urbanas. RBBH - **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, vol.17 n.2 - Abr/Jun 2012, 9 -18.

SOUZA, F. P. **Monitoramento e Modelagem Hidrológica de Sub-Bacia do Lago Paranoá - Brasília/DF - e Avaliação de Bacias de Detenção**. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília. FT. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, 2014.

TUCCI, C. E. M. Água no Meio Urbano. UFRGS, Brasil, 1997. Disponível em: [http://www.pec.poli.br/sistema/material\\_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf](http://www.pec.poli.br/sistema/material_disciplina/fotos/%C3%A1guanomeio%20urbano.pdf). Acesso em 12 dez. 2016.

TUCCI, C. E. M. **Gestão de Águas Pluviais Urbanas** – Ministério das Cidades – Global Water Partnership - World Bank – Unesco, 2005. 192p.

USEPA - UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. **Preliminary Data Summary of Urban Storm Water Best Management Practices**. Office of Water (4303) EPA-821-R-99-012. Washington, DC. 1999. 214p.

## **SOBRE A ORGANIZADORA**

**SABRINA PASSONI MARAVIESK** Possui graduação em Licenciatura em Física e Mestrado em Ciências/ Física, ambos pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Atualmente é doutoranda na área de Ensino de Ciências nas Engenharias e Tecnologias pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. É também professora adjunta do Centro de Ensino Superior de Campos Gerais na cidade de Ponta Grossa. Ministra as disciplinas de: Mecânica dos Fluidos, Fenômenos de Transporte, Mecânica Aplicada, Eletricidade e Magnetismo, Física Atômica e Nuclear, Física da Ressonância Magnética Nuclear, Física das Radiações Ionizantes e Não Ionizantes e Física e Instrumentação Aplicada a Engenharia Biomédica; nos cursos de Engenharia Elétrica, Engenharia Civil, Tecnologia em Radiologia, Pós -Graduação em Segurança do Trabalho e Imagenologia. Já atuou como professora de Ensino Médio em escolas pública e particular ministrando aulas de Física e Robótica.

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-85107-57-4



9 788585 107574