

# 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, Agrônômica, 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>	

<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>64</b>
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	
<i>Arthur Pereira Neto</i>	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Jesner Sereni Ildefonso</i>	
<i>Ronan Yuzo Takeda Violin</i>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>74</b>
LEVANTAMENTO DE SEÇÕES COM EMPREGO DO RADAR DE PENETRAÇÃO (GPR) NA RODOVIA BR-153-ANÁPOLIS-GO	
<i>Antonio Lázaro Ferreira Santos</i>	
<i>Welitom Rodrigues Borges</i>	
<i>Isabela Resende Almeida</i>	
<i>Lucas Pereira Gonçalves</i>	
<i>Rafael Pereira Lima</i>	
<i>Rafael Araujo Rocha</i>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>82</b>
MANEJO SUSTENTÁVEL DAS ÁGUAS PLUVIAIS NO MEIO URBANO: O CASO DE BRASÍLIA	
<i>Tereza Cristina Esmeraldo de Oliveira</i>	
<i>Maria do Carmo de Lima Bezerra</i>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>96</b>
MAPEAMENTO SISTEMÁTICO DA UTILIZAÇÃO DE FERRAMENTAS DE ANÁLISE MULTICRITÉRIO EM SISTEMAS DE ABASTECIMENTO DE ÁGUA	
<i>Daniel Cordeiro Ferreira</i>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>109</b>
OTIMIZAÇÃO DO PROJETO ARQUITETÔNICO CF40–G1 DO PROGRAMA DE ACELERAÇÃO DO CRESCIMENTO – PAC EXECUTADO PELA COHAPAR	
<i>Allan Barbeiro Modos</i>	
<i>Arthur Pereira Neto</i>	
<i>Eloah Maria Machado Davantel</i>	
<i>Heloisa Helena da Silva Machado</i>	
<i>Berna Valentina Bruit Valderrama</i>	
<i>Júlio César Dainezi de Oliveira</i>	
<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>122</b>
PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL	
<i>Bruna Forestieri Bolonhez</i>	
<i>Bárbara Lorrayne da Silva Motta</i>	
<i>Paulo Fernando Soares</i>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>132</b>
QUALIDADE DA ÁGUA NAS TRÊS BACIAS MAIORES (70%) CONTRIBUINTES DA BAÍA DE GUANABARA: GUAPI-MACACU, CACERIBU E IGUAÇU-SARAPUÍ	
<i>Ana Carolina Cupolillo Bruno Morena</i>	
<i>David Neves de Oliveira</i>	

*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**

## PLANOS DIRETORES DE DRENAGEM URBANA: CONCEPÇÃO E CENÁRIO ATUAL

**Bruna Forestieri Bolonhez**

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná

**Bárbara Lorryne da Silva Motta**

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná

**Paulo Fernando Soares**

Universidade Estadual de Maringá – UEM.

Maringá – Paraná

**RESUMO:** Essa pesquisa teve como objetivo analisar o cenário dos Planos Diretores de Drenagem Urbana – PDDrU no país, avaliando também o seu processo de elaboração e o encaminhamento para sua adoção como instrumento de gestão. Pesquisas nacionais, legislações federais e PDDrU implantados foram analisados, a fim de coletar dados sobre o cenário existente. Verificou-se que, atualmente, não existe uma obrigatoriedade de um plano municipal exclusivo para a drenagem, ficando a cargo de cada município criar um plano individual ou integrá-lo ao de saneamento básico. Dados do IBGE (2013), indicaram o não atendimento por parte dos municípios na inclusão da drenagem em seus planos de saneamento, com indicam as determinações da Lei Nº 11.445/2007. A análise de PDDrU já implantados, como os de Porto Alegre, São

Paulo e do Distrito Federal, são exemplos positivos de administrações que superaram o desafio de criar e desenvolver um plano.

**PALAVRAS CHAVE:** Drenagem Urbana, Medidas de controle, Plano direto, PDDr.

**ABSTRACT:** The objective of this research was to analyze the conditions of the Urban Drainage Planning Plans - PDDrU in Brazil, including its evaluation and elaboration process and the current benchmark to its adoption as a management tool. National researches, federal legislations and PDDrU deployed were analyzed in order to collect data on the existing scenario. It was verified that, currently, there is no obligation of a municipal plan exclusively for the drainage, being a responsibility of each municipality to create an individual plan or to integrate it to the one of basic sanitation. Data from IBGE (2013) indicated that municipalities did not comply with the inclusion of drainage in their sanitation plans, in disagreement with the provisions of Law No. 11,445 / 2007. Analyzing PDDrU already implemented, such as those in Porto Alegre, São Paulo and the Federal District, show positive examples of administrations that have overcome the challenge of creating and developing a successful plan.

**KEYWORDS:** Urban Drainage, Flood Control Measures, Urban Master Plan, PDDrU

## 1 | INTRODUÇÃO

A situação atual da gestão urbana no Brasil é preocupante. Muitos municípios não possuem os instrumentos para a gestão das suas infraestruturas ou simplesmente o elemento básico para a gestão de seu desenvolvimento: os Planos Diretores. Dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC indicam que dos 5.570 municípios da federação, 2.019 não possuem um Plano Diretor implantado (IBGE, 2013).

Quando estudada a drenagem no país, o déficit é ainda de mais grave. A falta de um planejamento implica em maiores ocorrências de inundações e escorregamentos, fontes das piores catástrofes no país. Segundo o MUNIC, entre 2008 e 2012 um total de 2169 municípios brasileiros foram atingidas por inundações, em suas diversas intensidades. Complementando essa informação, verifica-se que somente 33% dos municípios do país apresentam algum instrumento para o gerenciamento dos riscos desses desastres (IBGE, 2013).

Desse modo, a importância dos Planos Diretores de Drenagem Urbana - PDDrU no gerenciamento das águas pluviais e na prevenção de desastres é evidente. Ao estipular diretrizes e ações para a gestão do sistema de drenagem, os planos buscam reduzir os impactos dos escoamentos descontrolados e inundações. (PINTO; PINHEIRO, 2006). Complementando os Planos Diretores, regulamentados conforme a Lei nº 10.257/2001, esses ainda possibilitam a integração da drenagem com as demais infraestruturas e políticas públicas do Município.

Segundo Tucci (2003), os planos delinearão o escoamento e a distribuição deste na bacia e no tempo, almejando a compatibilização do desenvolvimento e infraestrutura para menores impactos na drenagem. Outros quesitos a serem incluídos são o mapeamento e controle da ocupação de áreas de risco e áreas ribeirinhas e a determinação de planos de alerta e de ação para o gerenciamento das áreas de baixo risco, buscando a convivência com as ocorrências das enchentes.

Estando incluídos nos Planos de Saneamento ou apresentados em uma legislação exclusiva, a necessidade dos estudos e controle da drenagem torna-se essencial para a manutenção da qualidade de vida da população. Esse artigo visa contemplar a atual situação da drenagem urbana no Brasil. Espera-se, paralelamente, responder aos seguintes objetivos específicos:

- Analisar as atuais legislações vigentes sobre o tema no país;
- Sintetizar o processo de elaboração dos PDDrU já implantados;
- Verificar as atuais dificuldades para o desenvolvimento dos planos;
- Analisar exemplos de implantação dos PDDrU no país.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

O desenvolvimento desta pesquisa deu-se com base inicialmente nas legislações sobre o saneamento básico e a drenagem urbana vigente no Brasil. Uma análise mais detalhada das leis e políticas encontradas, forneceu subsídio para o enquadramento das diretrizes que contemplavam os Planos Diretores de Drenagem Urbana no país.

Sequente a essa, buscou-se dados nacionais e estaduais referentes ao cenário do saneamento básico e gestão de riscos no país. Comparando os dados encontrados com os requisitos das atuais legislações, verificou-se o cumprimento das normativas estabelecidas.

Com as informações encontradas, buscou-se sintetizar o processo de elaboração dos PDDrU. Juntamente, investigou-se na literatura e pesquisas os possíveis motivos que ocasionam o cenário encontrado. Ambas as pesquisas permitiram delimitar as etapas mínimas do processo, ou seja, um modelo de construção desse. Do mesmo modo, buscou-se dados que demonstrassem a fragilidade desse perante a política atual.

Visando verificar o modelo e as justificativas levantadas, foram estudados três planos diretores de drenagem urbana já implantados no país. A seleção levou em consideração a importância dos municípios e o seu diferencial histórico ou espacial. Ao mesmo tempo, foi averiguada a disponibilidade de dados sobre o PDDrU. Feita a triagem, estudaram-se as características de cada um e seu processo de desenvolvimento, correlacionando-as com a informações compiladas sobre o tema.

As fontes de informações primárias foram obtidas com base nas legislações originais, pesquisas e nos PDDrU, acessados em páginas na Internet de órgãos governamentais, ou, normativos, ou obtidos diretamente junto a órgãos governamentais ou instituições de ensino e pesquisa como os repositórios institucionais. Como fonte secundária um levantamento bibliográfico sobre os diversos autores que tratam do assunto em vigor.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1 Legislações e políticas vigentes

O Estatuto da Cidade, definida na Lei Federal nº 10.257/2001, reforçou a definição dos Planos Diretores como instrumentos básicos de gestão do desenvolvimento e expansão dos municípios.

Esses planos, segundo a lei, deverão explicitar a Política Municipal de Saneamento a ser adotada pelo município (BRASIL, 2001).

A Política Nacional de Saneamento Básico, instituída na Lei Federal Nº 11.445/2007, normatiza a execução de planos para o manejo das águas pluviais urbanas pelos municípios. Dispondo as Diretrizes Nacionais para o Saneamento Básico, essa

inclui em seu Art. 3º a drenagem e o manejo das águas pluviais urbanas como um dos conjuntos de serviços, infraestrutura e instalações operacionais a serem incluídos nos Planos de Saneamento. Os planos poderão englobar os serviços de abastecimento urbano, esgotamento, resíduos sólidos e drenagem de modo conjunto ou, caso seja de interesse, pode-se elaborar planos individuais (BRASIL, 2007). Dessa maneira, tem-se que a execução de PDDrU não são obrigatórios conforme a legislação, mas que o tema deve ser abordado em planos do município.

Dentro das demais políticas que gerenciam os recursos hídricos no país, a Lei 9.433/1997, conhecida como “Lei das Águas”, institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Determina-se nesta que gestão das unidades será realizada pelos comitês de bacia e agências, que elaborarão os Planos de Recursos Hídricos da Bacia. Esse instrumento orientará a implementação da política e estabelece as bases para o gerenciamento integrado, descentralizado e participativo dos recursos hídricos (BRASIL, 1997).

Os Planos de Saneamento deverão, dessa forma, complementar os Plano Diretores e os Planos de Bacia, contribuindo para regulamentação de ações e tomada de decisões. Pelo fato dos recursos hídricos usualmente extrapolarem o âmbito municipal, integrando a um ecossistema maior, é imprescindível que os Planos Diretores de Drenagem Urbana sejam formulados em conjunto com os Planos das Bacias Hidrográfica. Os municípios, apesar de não serem detentores dos recursos, geram impactos nesses, assim deve-se unir a gestão da macrodrenagem e microdrenagem, acarretando em um melhor uso e ocupação do solo e dos recursos hídricos.

### 3.2 Processo de elaboração dos PDDRU

Para a elaboração do plano, uma série de dados deverão ser coletados e etapas desenvolvidas. Apesar de não existir uma política diretriz as fases, Tucci (2003) propõe um sistema para a elaboração dos PDDrU. A Figura 1 apresenta uma síntese do processo de construção proposta.



Figura 1. Etapas de implantação do Plano Diretor De Drenagem Urbana

Fonte: Adaptado de Tucci (2003)

A elaboração do plano é iniciada com a coleta de informação para a caracterização da situação física, do sistema de infraestrutura do ambiente e a verificação do quadro

geral, quanto as atuais legislações pertinentes ao local e atualmente implementadas. Tratando-se de um estudo da drenagem, dados hidrológicos dos cursos d'água e do histórico de precipitação também são indispensáveis (TUCCI, 2003).

Já a concepção seguirá os princípios determinados na Política Municipal de Saneamento, formulada com o Plano Diretor. Esses incluirão a priorização de medidas não estruturais, a minimização dos impactos, a integração com os Planos de Bacia e os demais Planos Diretores do Município, o zoneamento de regiões de risco, o controle e monitoramento, entre outros. Diagnósticos do cenário atual, prognósticos e análise de cenários futuros serão realizados em seguida (TUCCI, 2003).

Para o desenvolvimento, as medidas serão analisadas juntamente com os cenários futuros visionados. Como produtos dos PDDrU, será elaborado um plano de ação, diretrizes municipais e um manual de drenagem, a ser disponibilizado para o público e que estabelece as regras de implantação dos sistemas de drenagem no município (PARKINSON et al, 2003). Tratando-se de um plano, medidas educativas também devem ser propostas. Do mesmo modo, existirá a necessidade de monitoramento das ações estipuladas, a serem utilizadas para a adaptação perante o crescimento e modificação do ambiente urbano ao qual foi formulado (PARKINSON et al, 2003).

### 3.3 Cenário atual dos planos de drenagem no Brasil

Como já tratado, não existe uma legislação específica que especifique a obrigatoriedade dos Planos Diretores de Drenagem Urbana. De modo a verificar o panorama atual sobre o tema, serão analisados os dados referentes aos Planos Municipais de Saneamento, aos quais deve ser incluído o manejo de águas pluviais. O Gráfico 1 apresenta o percentual de municípios com os Planos de Saneamento Básico em 2013.

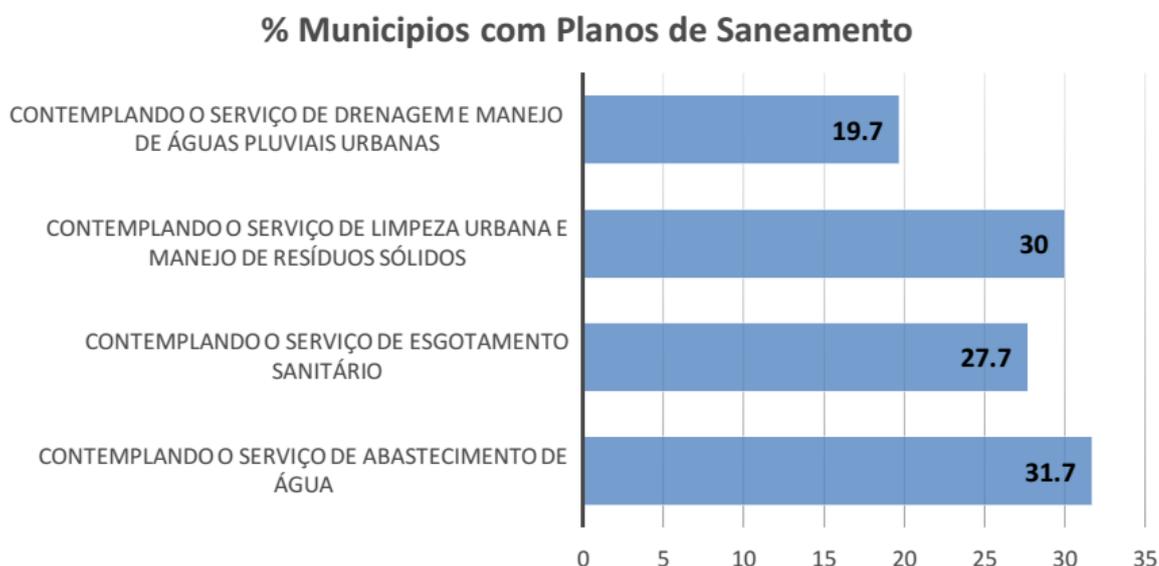


Gráfico 1. Percentual de municípios, conforme o instrumento de planejamento - Brasil – 2013

Fonte: Adaptado de IBGE (2013)

A divergência de percentagens entre os municípios com planos que contemplem a abastecimento urbano, o esgotamento, os resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais, demonstra como essa coexistência de instrumentos de gestão não é real. Mais ainda, confirma o não atendimento da legislação quanto a questão da drenagem, ignorando os efeitos que uma má administração dessa gera no ambiente e na qualidade de vida da população.

Segundo o MUNIC somente 19,7% dos Plano de Saneamento Municipais contemplam os serviços de drenagem urbana. Caso sejam analisados todos os instrumentos de gestão relacionados a prevenção de enchentes e escorregamentos, temos que 48% dos municípios não possuem um instrumento implantado (IBGE, 2013).

De modo a explicar os baixos índices, mencionam-se alguns possíveis obstáculos para a implantação dos PDDrU no país (Quadro 1). Conforme, Parkinson et al (2003), os problemas estão distribuídos nos níveis Técnicos, Municipais, Intermunicipais e no nível Estadual e Federal.

Nível	Problemas	Origem
Equipe Técnica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadequação tecnológica;</li> <li>• Equipes técnicas em pequenas cidades;</li> <li>• Desconhecimento do sistema de drenagem;</li> <li>• Desconhecimento relativo dos processos físicos envolvidos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carência de investimentos em formação e atualização das equipes</li> <li>• Volume de trabalho insuficiente para formação de equipes adequadas</li> <li>• Inadequação de investimentos em cadastro e gestão patrimonial</li> <li>• Inadequação de investimentos no monitoramento hidrológico e ambiental</li> </ul>
Municipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fragilidade do setor responsável pela drenagem</li> <li>• Fragmentação e duplicação das ações no tocante à drenagem</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Falta de autonomia e continuidade administrativa</li> <li>• Inadequação do fluxo de recursos financeiros</li> <li>• Multiplicidade de atores envolvidos</li> <li>• Inadequação do fluxo de informações entre os atores</li> </ul>
Intermunicipal	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Inadequação no tratamento de questões intermunicipais</li> <li>• Inadequação no tratamento de questões metropolitanas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abordagem estritamente municipal dos problemas</li> <li>• Abordagem estritamente municipal dos problemas</li> </ul>
Estados e União	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deficiências na estrutura jurídica</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carência de formalização das necessidades</li> </ul>

Quadro 1. Percentual de municípios, conforme o instrumento de planejamento - Brasil – 2013

Fonte: adaptado de Parkinson et al (2003)

### 3.4 Exemplos de PDDrU no Brasil

Uma série de municípios conseguiram superar as dificuldades vindas da falta de

recursos e legislações, implantando os seus Planos Diretores de Drenagem Urbana. Comenta-se a seguir os casos de Porto Alegre, do Distrito Federal e do município de São Paulo.

### *3.4.1 PDDrU do município de Porto Alegre/RS*

Como exemplo inicial, o município de Porto Alegre foi o primeiro a elaborar e implantar um Plano Diretor de Drenagem Urbano no Brasil, tornando-se referência para os projetos que se seguiram. A sua elaboração foi iniciada em 1999, sob responsabilidade do Departamento de Esgotos Pluviais – DEP. O seu objetivo principal foi estabelecer diretrizes técnicas e ambientais para os problemas de drenagem do município, garantindo que os efeitos da urbanização não se deslocassem para outros pontos da bacia hidrográfica (PORTO ALEGRE, 2011).

O processo de criação do plano e estudos das bacias foi iniciada com o levantamento cadastral da rede de macrodrenagem e a caracterização da região das subbacias estudadas. Os dados coletados serviram de subsídios para o diagnóstico e o prognóstico do cenário existente. Diferentes cenários de ocupação e de intervenção também foram simulados, a fim de identificar regiões críticas e analisar possíveis soluções para os problemas verificados (ALLASIA et. al, 2011).

Na primeira etapa, apresentada em dezembro de 2000, o estudo inclui as bacias dos arroios Moinho, Areia e Almirante Tamandaré. Em dezembro de 2002, foram entregues os volumes do PDDrU correspondentes às bacias dos arroios Cavalhada, Capivara e Passo das Pedras. Conforme Porto Alegre (2011), uma terceira etapa dará continuidade aos estudos das demais subbacias do município.

A escolha da solução para as bacias citadas, considerou aspectos técnicos, econômicos e práticos. Para as bacias da Areia e Moinho, adotou-se a opção do uso de reservatórios de amortecimentos de cheia, a serem localizados em áreas verdes e praças. Na Bacia do Tamandaré, preferenciou-se somente a ampliação dos condutos, visto a região não apresentar características de futura urbanização e a sua limitação espacial (ALLASIA et. al, 2011).

As bacias do Arroios Cavalhada, Capivara e Passo das Pedras também preferenciam a construção de reservatórios de detenção (ALLASIA et. al, 2011). Como muitos dos municípios, a administração de Porto Alegre preferenciou a adoção de medidas estruturais, porém a adoção de elementos que promovam a detenção é considerada favorável, amortecendo as vazões de pico lançadas a jusante.

### *3.4.2 PDDrU do Distrito Federal/BR*

O segundo plano em análise, traz uma modelo de elaboração semelhante as propostas de Tucci (2003) e a de um cenário comum aos municípios: o uso da licitação de serviços terceirizados como solução para as dificuldades técnicas e falta de recursos

humanos.

A elaboração do Plano de Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal - PDDrU-DF foi de responsabilidade da Secretaria Estadual de Obras. O órgão decidiu por contratar o serviço de elaboração do plano, realizando a sua posterior verificação e implantação. Consolidado em 2008 e 2009, esse foi executado em módulos, que resultaram em relatórios (DISTRITO FEDERAL, 2008).

O primeiro módulo, identificou as condições da drenagem, verificando as condições de macrodrenagem, a situação da erosão e riscos geológicos e a disposição de resíduos nos cursos d'água. Em uma segunda etapa, ainda de caracterização, verificou-se os componentes da microdrenagem, caracterizando os sistemas instalados e verificando o Cadastros das Redes de Drenagem do Distrito Federal (DISTRITO FEDERAL, 2008).

Na terceira etapa, realizou-se os diagnósticos e a elaboração do manual de drenagem. Cenários e simulações foram criadas, afim de verificar as necessidades para a futura gestão. Na quarta fase, executou-se o diagnóstico e definiu-se as modificações e modernizações a serem implantadas, incluindo as estratégias para tal. Um plano de gestão da informação objetivou como a política deveria ser desenvolvida (DISTRITO FEDERAL, 2008).

A implantação do PDDrU do Distrito Federal é atualmente de responsabilidade da Companhia Urbanizadora da Nova Capital do Brasil – NOVACAP, assim como a operação dos sistema, análise e fiscalização dos projetos aprovados. A Agência Reguladora de Águas, Energia e Saneamento Básico do Distrito Federal – ADASA fiscaliza esses serviços, atuando também na revisão das normas de drenagem e do PDDrU (DISTRITO FEDERAL, 2008).

### *3.4.3 PDDrU do município de São Paulo*

O terceiro caso tratado exemplifica a necessidade de adaptação dos planejamentos as novas demandas e para o controle dos efeitos da expansão urbana. Todo planejamento apresenta uma vida útil e deve ser monitorado para a sua adaptação.

No município de São Paulo, o Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê – PDMAT determinava como deveria ser realizada a gestão da drenagem nas regiões integrantes da Bacia do Alto Tiete. Com o crescimento da região metropolitana de São Paulo e os efeitos da urbanização, o município verificou a demanda pela elaboração de um outro planejamento, que integrasse todas as regiões sob a sua administração (SÃO PAULO, 2012).

O Plano Diretor de Drenagem e Manejo do Águas Pluviais de São Paulo - PMAPSP foi então criado para realizar o manejo das águas pluviais dentro da região metropolitana do município, afim de reduzir a sua vulnerabilidade a chuvas intensas. Sua elaboração foi realizada em paralelo com o PDMAT, atualmente em sua terceira revisão (SÃO PAULO, 2012).

O PMAPSP foi liderado pela Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano – SMDU e a sua criação possui como diferencial a integração de diversas secretarias municipais em suas etapas de formulação. Outro elemento de interesse foi a preocupação em definir a geração de subsídios para a integração de seus produtos com os Plano Diretor Estratégico do Município de São Paulo - PDE, os Planos Regionais Estratégicos das Subprefeituras - PREs, a Lei de Uso e Ocupação do Solo - LUOS, assim como os Planos das subbacias que abrangem a região (SÃO PAULO, 2012).

A elaboração do plano foi fundada em três pilares: a regulamentação do uso e da ocupação do solo, o desenvolvimento dos programas de drenagem das bacias do município de São Paulo e a elaboração do manual de drenagem urbana e manejo de águas pluviais. O plano propôs que os programas incentivem a adoção de sistemas de gestão sustentável, assim como devem buscar a articulação das ações de drenagem com o planejamento territorial e os demais serviços de saneamento (SÃO PAULO, 2012).

#### 4 | CONCLUSÃO

O estudo realizado permite verificar o não atendimento dos municípios as legislações brasileiras. Apesar da obrigatoriedade da inclusão do manejo das águas pluviais nos Planos De Saneamento Básico, essas não são respeitadas pelos municípios. Verifica-se também uma série de dificuldades para a elaboração e implantação dos planos, como a falta de recursos técnicos e financeiros. Os três casos apresentados trazem uma concepção semelhante de seus planos, cada um demonstrando uma alternativa para superar os obstáculos para a criação dos PDDrU. Apesar de serem exemplos positivos do manejo das águas pluviais no Brasil, essas administrações fazem parte de um grupo restrito no país.

#### REFERÊNCIAS

ALLASIA, D.G et al. Estudo de caso: plano diretor de drenagem urbana de Porto Alegre/RS. In: **Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, XV, 2003, Curitiba. ABRH, 2003. Disponível em: <<http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2017/04/Planodiretor.pdf>> Acesso em: 06 jun. 2018.

BRASIL. **Lei 9.433** - Política Nacional dos Recursos Hídricos. 1997. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/L9433.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/L9433.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei 10.257** - Estatuto da Cidade. 2010. Disponível em:< [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/LEIS\\_2001/L10257.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/LEIS_2001/L10257.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

\_\_\_\_\_. **Lei 11.445** - Política Nacional de Saneamento Básico. 2007. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

DISTRITO FEDERAL. **Plano Diretor de Drenagem Urbana do Distrito Federal**. Plano de Modernização. Relatório de Produto 5. Distrito Federal: CONCREMAT, 2008. 206p. Disponível em: <<http://www.adasa.df.gov.br/drenagem-urbana/plano-diretor-de-drenagem-urbana-pddu-df>> Acesso

em: 06 jun. 2018.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. Coordenação de População e Indicadores Sociais. **Perfil dos Municípios Brasileiros: 2013**. IBGE, 2013. 282p. Disponível em: <[https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2013/defaulttab\\_pdf.shtm](https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/perfilmunic/2013/defaulttab_pdf.shtm)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

PARKINSON, D. J. et al. Drenagem Urbana Sustentável no Brasil, In: **Workshop em Goiânia – GO**. Universidade Federal de Goiás. 2003. Disponível em: <[www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid=185](http://www.semarh.se.gov.br/modules/wfdownloads/visit.php?cid=1&lid=185)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

PINTO, L. H., PINHEIRO, S. A. **Orientações Básicas para Drenagem Urbana**. FEAM, 2006.

PORTO ALEGRE. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. 2011. Disponível em: <[http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p\\_secao=66](http://www2.portoalegre.rs.gov.br/dep/default.php?p_secao=66)>. Acesso em: 06 jun. 2018.

SÃO PAULO (Município). Secretaria Municipal de Desenvolvimento Urbano. **Manual de drenagem e manejo de águas pluviais: gerenciamento do sistema de drenagem urbana**. São Paulo: SMDU, v.I, 2012. 168p. Disponível em: <[http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento\\_urbano/arquivos/manualdrenagem\\_v1.pdf](http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/desenvolvimento_urbano/arquivos/manualdrenagem_v1.pdf)> Acesso em: 06 jun. 2018.

TUCCI, C.E.M. Inundações e Drenagem Urbana. In: TUCCI, C. E. M; BERTONI, C. (Org.) **Inundações Urbanas Na América do Sul**. ABRH - Associação Brasileira de Recursos Hídricos, 2003. p. 45-129. Disponível em: <<http://www.cepal.org/samtac/noticias/documentosdetrabajo/5/23335/inbr02803.pdf>>. Acesso em: 06 jun. 2018.

## **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