

# Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Luis Miguel Schiebelbein  
(Organizador)



Luis Miguel Schiebelbein  
(Organizador)

# Gestão de Recursos Hídricos e Sustentabilidade

Atena Editora  
2018

2018 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

**Editora Chefe:** Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

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

**Revisão:** Os autores

### **Conselho Editorial**

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

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

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

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-024-7

DOI 10.22533/at.ed.247190901

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

CDD 343.81

**Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422**

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

2018

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

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

## APRESENTAÇÃO

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

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

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

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

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

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

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

Luis Miguel Schiebelbein

## SUMÁRIO

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

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

**CAPÍTULO 13 ..... 143**

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

Adriana Silveira Vieira  
Germano de Oliveira Mattosinho  
Geraldo de Freitas Maciel

**DOI 10.22533/at.ed.24719090113**

**CAPÍTULO 14 ..... 153**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.24719090114**

**CAPÍTULO 15 ..... 163**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.24719090115**

**CAPÍTULO 16 ..... 173**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.24719090116**

**CAPÍTULO 17 ..... 183**

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

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

**DOI 10.22533/at.ed.24719090117**

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



## ELABORAÇÃO DE CONSISTÊNCIA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS: ESTUDO DE CASO DA ESTAÇÃO METEOROLÓGICA AUTOMÁTICA DE TUCURUÍ- PARÁ

### **Alcione Batista da Silva**

Universidade Federal do Pará, docente da faculdade de engenharia sanitária e ambiental  
Belém – Pará

### **Laysse Alves Ferreira**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de engenharia sanitária ambiental  
Tucuruí – Pará

### **Lucas Rodrigues do Nascimento**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de engenharia sanitária ambiental  
Tucuruí – Pará

### **Andressa Magalhães Gonçalves**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de engenharia sanitária ambiental  
Tucuruí – Pará

### **Rafael Oliveira da Silva**

Universidade Federal do Pará, Faculdade de engenharia sanitária ambiental  
Tucuruí – Pará

**RESUMO:** O conhecimento e a análise de dados pluviométricos são base para prevenção de catástrofes naturais e gestão dos recursos hídricos. Desta forma, o estudo teve como objetivo a consistência de dados pluviométricos e o diagnóstico sazonal da cidade de Tucuruí-PA, visando auxiliar e aprimorar o gerenciamento dos recursos hídricos. Os dados utilizados foram referentes aos anos de 2000

a 2014 oriundos da estação meteorológica automática, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia. Para análise e elaboração de consistência dos dados pluviométricos, utilizaram-se ferramentas estatísticas. As quais demonstraram uma significativa variabilidade de precipitações entre as épocas sazonais, que compreendem dois períodos, o chuvoso (novembro a maio) com média de precipitação de  $311,71 \pm 130\text{mm}$ , e o período de estiagem (junho a outubro) com média de precipitação de  $57,8 \pm 25\text{mm}$ . Este estudo proporcionou a caracterização da região como de alta pluviosidade e verificação de que não houve tendência crescente ou decrescente das precipitações ao longo dos anos, possibilitando, as análises dos meses que apresentam mais riscos de enchentes e determinação dos períodos de medição de vazão de corpos d'água, os quais auxiliarão estudos futuros de gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Pluviometria, análise de dados, variabilidade.

**ABSTRAT:** The Knowledge and rainfall data analysis are the basis for natural disaster prevention and management of water resources. Thus, the study aimed to analyze and consistency of rainfall data from the city of Tucuruí-PA, aiming to help and improve

the management of water resources. The data used were for the years 2000-2014 resulting from the automatic weather station, belonging to the National Institute of Meteorology. For analysis and preparation of consistency of rainfall data they used statistical tools. Which demonstrated significant variability of rainfall between seasonal periods, comprising two periods, the rainy season (November to May) with average rainfall of  $311.71 \pm 130\text{mm}$ , and the dry season (June to October) with average rainfall  $57.8 \pm 25\text{mm}$ . This study provided a description of the region as high rainfall and check that there was no increasing or decreasing trend in rainfall over the years, enabling analyzes of months that have more risks of floods and determination of the bodies of flow measurement periods water, which will aid future studies of management and monitoring of water resources.

**KEYWORDS:** Rainfall, data analysis, variability.

## 1 | INTRODUÇÃO

A precipitação é entendida em hidrologia como toda a água proveniente do meio atmosférico que atinge a superfície terrestre. Neblina, chuva, granizo, saraiva, orvalho, geada e neve são formas diferentes de precipitações. A diferença entre essas precipitações é o estado em que a água se encontra (BERTONI & TUCCI, 1993).

Segundo SALGUEIRO (2005), O conhecimento e a análise de dados pluviométricos que possuem confiabilidade são essenciais para o estudo relacionado à gestão dos recursos hídricos, a aplicação nos setores hidroenergético, planejamento, saneamento básico, abastecimento público e industrial, irrigação e drenagem, pecuária, previsão do tempo, impacto ambiental, nas diversas obras da engenharia, previsão de secas ou enchentes, entre outros estudos. Sendo assim, a pluviosidade representa um importante atributo na análise dos climas.

Nos últimos anos ocorreram grandes mudanças na disponibilidade dos dados hidrológicos em função do desenvolvimento de novos equipamentos de hidrométrica e transmissão remota de dados, onde estes estão sendo disponibilizados no mercado de modo a facilitar o trabalho de campo e aumentar a confiabilidade das informações levantadas. Paralelamente às novas tecnologias que vem sendo disponibilizadas está se desenvolvendo uma nova cultura no setor em nível de Unidade da Federação sobre a importância do monitoramento hidrológico, a fim de proporcionar a cada estado a obtenção do conhecimento e gerenciamento do seu potencial hídrico (ANA, 2007).

De Siqueira et al (2007) afirma a relação de sucesso ao o fracasso de um empreendimento também se deve as características climáticas de uma determinada região, sendo o conhecimento da mesma primordial para tomada de decisões. Hartmann et al (2011) cita prejuízos econômicos relacionados ao acúmulo de água em épocas chuvosas no município de Presidente Prudente – São Paulo, sendo as enchentes na área urbana e perda de colheita na área rural os principais.

Diante do exposto, o estudo teve como objetivo a análise e a consistência de dados pluviométricos da cidade de Tucuruí-PA, visando auxiliar e aprimorar o gerenciamento dos recursos hídricos com a obtenção de dados pluviométricos locais, afim de que estes sirvam como base para futuros estudos relacionados à gestão de recursos hídricos.

## 1.1 Área de Estudo

A área de estudo é a cidade de Tucuruí, localizada no sudoeste paraense, situada a 39 metros de altitude, tendo suas coordenadas geográficas em: Latitude: 3° 46' 10" Sul, Longitude: 49° 40' 27" Oeste (Figura 1). O município se estende por 2086,2 km<sup>2</sup>. A cidade se localiza as margens do lago artificial causado pela construção da Usina Hidrelétrica de Tucuruí (UHT), e possui em seus territórios várias sub-bacias e tributários da região hidrográfica Tocantins-Araguaia (IBGE, 2010).

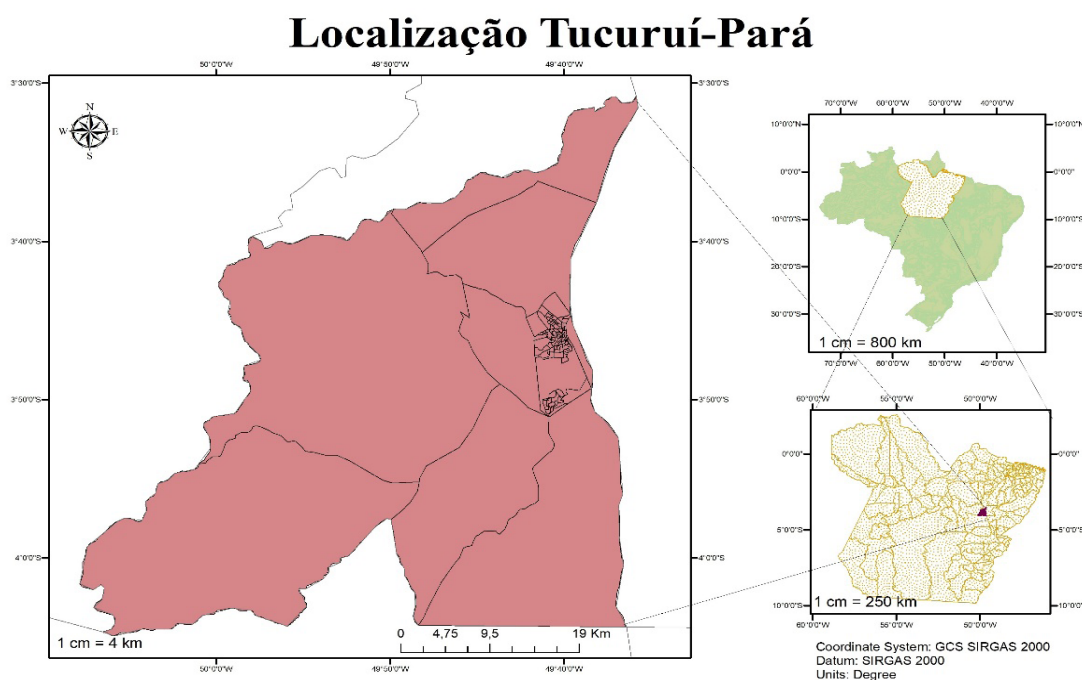


Figura 1- Localização da área de estudo

Fonte: Autoria, 2015.

## 2 | METODOLOGIA E MATERIAIS

Os dados utilizados nesse estudo foram obtidos através do site do INMET – Instituto Nacional de Meteorologia (<http://www.inmet.gov.br>), que disponibiliza dados da estação Meteorológica Automática de Tucuruí-A299 , (Latitude -3.822760°, Longitude -49.674956°, altitude 138m). Para análise dos dados, confeccionou-se através de planilhas no Excel, tabelas e gráficos com as médias mensais, anuais e de volume de chuva/dia (este cálculo consiste em dividir os totais pluviométricos

anuais pelo número de dias de chuva do ano), e suas respectivas variâncias.

### 3 | RESULTADOS E DISCUSSÕES

Por meio da plataforma de informação online do Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) foram obtidos 5.475 (cinco mil quatrocentos e setenta e cinco) dados, sendo dados de precipitação diários correspondentes aos últimos 15 anos (2000 a 2014). Obtendo-se assim a precipitação acumulada desses últimos 15 anos, sendo o ano mais chuvoso o de 2001 (com 3117mm), seguido dos anos de: 2006 (2989,6mm), 2009 (2974mm), 2014 (2619,5), 2008 (2559m), 2003 (2485,2mm), 2011 (2460mm), 2005 (2378,3mm), 2013 (2322,1mm), 2010 (2222,2mm), 2002 (2199,4mm), 2012(2187,6mm), 2007(2144,6mm) e o ano de 2004 (1869,4mm) o mais seco (Figura 2). Em virtude dos dados analisados, a região de estudo foi classificada como de alta precipitação (Precipitação > 1600 mm/ano).



Figura 2- Precipitação Acumulada dos anos de 2000 a 2014

Fonte: Aatoria, 2015. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

Obtiveram-se as médias mensais das precipitações e dos dias com precipitações (Tabela 1), onde se adotou o nível de confiança de 95% e a estimativa  $\pm 2$  dias para os dias com precipitações e  $\pm 32$ mm para as médias de precipitações mensais. Observa-se que as médias de dias com precipitação possuem pequena variância, demonstrando certa homogeneidade de quantidade de dias com chuva em cada ano, já as médias mensais das precipitações as variâncias foram maiores, mostrando que a região de Tucuruí possui uma heterogeneidade de precipitação, onde as chuvas variam de ano para ano, o que aumenta os riscos de enchentes nos anos de quantidades de chuvas inesperadas.

Pode-se citar, por exemplo, os anos subsequente de 2001(3117mm) e



2002(2199mm) que apresentam elevada diferença de 1115mm de lâmina de chuva precipitada. A constatação da heterogeneidade de precipitação anual na região ressalta a importância do conhecimento dos dados pluviométricos por parte do poder público, principalmente municipal, que é responsável pelo plano diretor e planos de gestão.

	Precipitação (mm)	Dias com precipitação
Janeiro	362 ± 63	24 ± 2
Fevereiro	395 ± 62	24 ± 1
Março	439 ± 59	27 ± 1
Abril	437 ± 77	25 ± 1
Mai	242 ± 46	20 ± 2
Junho	95 ± 21	12 ± 1
Julho	61 ± 17	10 ± 2
Agosto	33 ± 16	6 ± 2
Setembro	34 ± 15	7 ± 2
Outubro	66 ± 23	7 ± 1
Novembro	103 ± 29	10 ± 2
Dezembro	204 ± 50	18 ± 2

Tabela 1 - Média e variância mensal de precipitação e dias com precipitação

Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

Através da comparação da Figura 2, Tabela 1 e Figura 3, percebe-se que 2001 foi o ano que obteve a maior precipitação acumulada de 3117mm (Figura 2), no entanto ao se analisar os índices de dias de precipitação (Figura 3), o ano de 2000 apresenta o maior número de dias com precipitação (Figura 3), ou seja, apesar com menos dias de precipitação os volumes precipitados no ano 2000 foram superiores ao demais.

Tal situação explicita há ocorrência da subjetividade temporal, pois nem sempre o ano com mais dias de chuva, poderá ser o mais chuvoso, isso devido principalmente as chuvas de grandes intensidades que são as grandes causadoras de problemáticas de alagamentos urbanos. Dessa forma através do cálculo do volume de precipitação (Figura 4), que mensura a quantidade precipitada/ pelos dias com precipitação, pode-se analisar com mais clareza os anos que de fato foram mais chuvosos, no caso 2001 e o mais seco 2009.



Figura 3- Quantidade de dias com chuva dos anos de estudo

Fonte: Aatoria, 2015. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

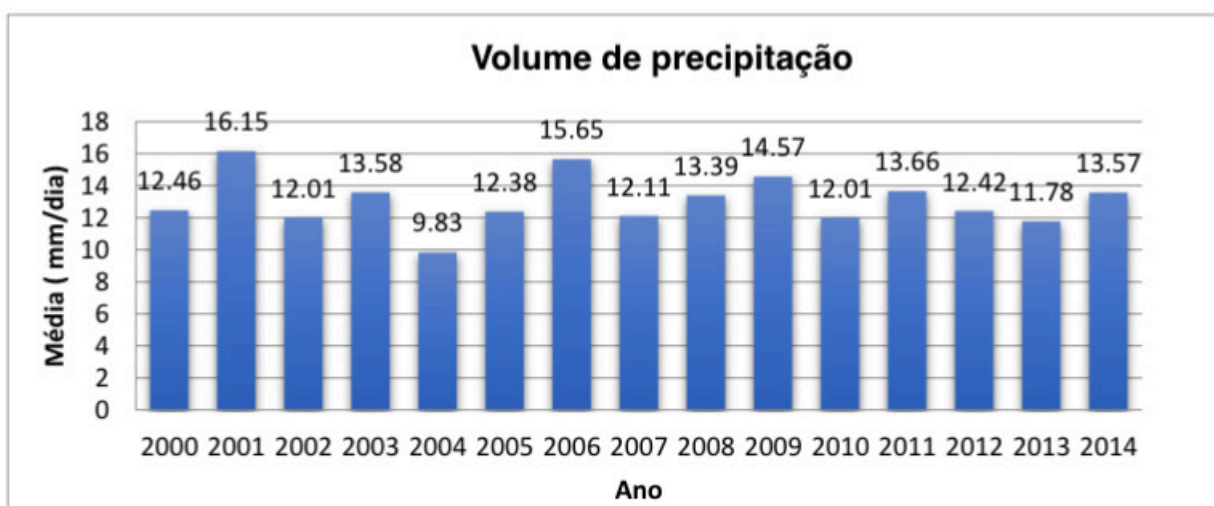


Figura 4- Volume de precipitação

Fonte: Aatoria, 2015. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

Conforme análise dos dados fornecidos na Tabela 1 e Figura 5, foi possível à verificação da variação sazonal, sendo ratificada pela análise das médias mensal de chuva (Figura 5), desta região, que compreende aos meses de novembro a maio (período chuvoso) e junho a outubro (período de estiagem). No período de grande ocorrência de precipitação, o mês de março apresentou maior média mensal de chuva ( $439 \pm 59\text{mm}$ ) e Junho ( $95 \pm 21\text{mm}$ ) o mês de transição entre as épocas de chuva e seca. No período de estiagem que se caracteriza por meses mais secos, o mês de agosto ( $33 \pm 16\text{mm}$ ) apresentou menor lâmina de água precipitada e o mês de outubro ( $66 \pm 23\text{mm}$ ) ficou na faixa de transição entre os períodos sazonais. Para o monitoramento dos recursos hídricos a verificação sazonal contribui, por exemplo, na determinação dos períodos de medição da vazão de corpos d'água, no caso em estudo, são: novembro, maio, junho e outubro.

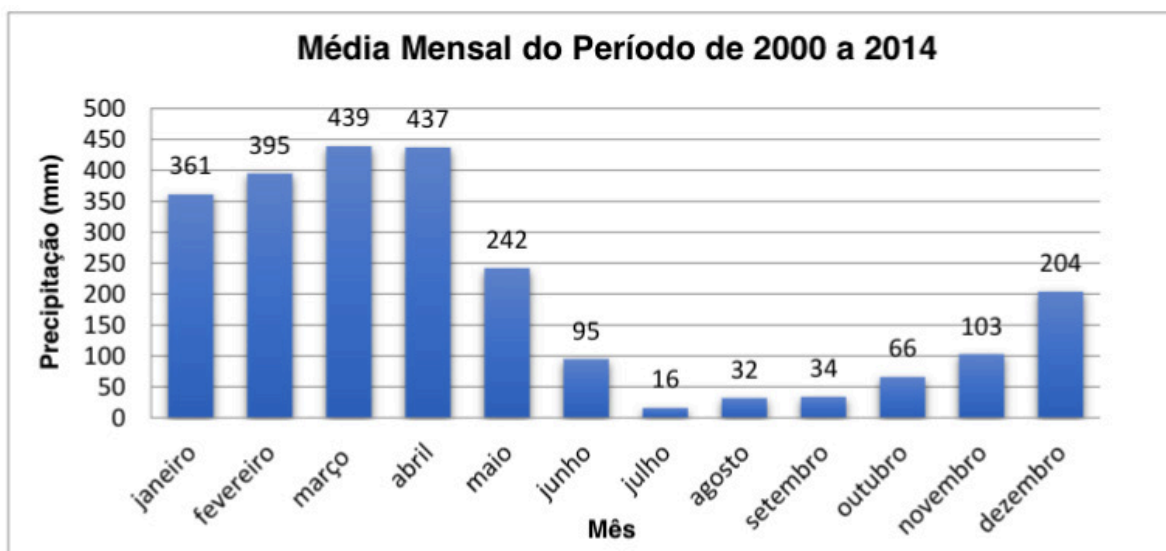


Figura 5 – Média mensal de precipitação

Fonte: Autoria, 2015. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

Segundo Minete *et al* (2012); sobre a análise dos dados pluviométricos da estação hidrometeorológica da FATEC-Jahu em São Paulo, nos anos de 2001 a 2010 foram obtidos valores máximos e mínimos da média de precipitação mensal de 280,80mm e 100,70mm apresentando variância de 180,10mm, levando em consideração o período chuvoso. O período de estiagem obteve média de precipitação de 57,56mm a 17,32mm apresentando variância de 40,24mm. No presente trabalho a precipitação média mensal foi de 439mm a 204mm para o período chuvoso apresentando 235mm de variância. No período de estiagem o valor máximo de precipitação foi de 108mm e valor mínimo de 32mm, apresentando variância de 76mm.

Verificou-se que dos cinco mil quatrocentos e sessenta e quatro dias estudados, 48% não ocorreram eventos de precipitações, enquanto que 31% dos registros de precipitações foram de até 10mm, 20% variaram entre 10 e 80mm e as de maiores intensidades corresponderam a 0,52% do total de dias precipitado (Tabela 2). Analisa-se que nos últimos 15 anos as precipitações de maiores intensidades não ultrapassaram 200mm.

Precipitação (mm)	Dias
P = 0	2625
0 < P < 10	1722
10 < P < 20	465
20 < P < 40	433
40 < P < 60	147
60 < P < 80	45
80 < P < 100	18
100 < P < 120	4
120 < P < 140	4

170 < P < 180	0
180 < P < 200	1
P > 200	0
Total de dias	5464

Tabela 2 - Frequência de eventos de chuvas

Fonte: Aatoria, 2015. Dados do Instituto Nacional de Meteorologia, 2000 a 2014.

## 4 | CONCLUSÃO

A utilização de ferramentas da estatística para a elaboração de consistência de dados pluviométricos proporcionou a caracterização da região como de alta pluviosidade, além da identificação de duas épocas sazonais no município de Tucuruí e verificação de que não houve tendência crescente ou decrescente das precipitações ao longo dos anos. Analisaram-se os meses que apresentam mais riscos de enchentes e determinação dos períodos de medição da vazão de corpos d'água, os quais auxiliarão estudos futuros de gerenciamento e monitoramento dos recursos hídricos. Observou-se que cada local precisa realizar análise da variação de precipitação, uma vez que, as regiões possuem resultados com diferenças relevantes.

Vale ressaltar a importância desse estudo no monitoramento e gestão das principais sub-bacias na área urbana do Município de Tucuruí (Bacia do Igarapé Santos e Bacia do Igarapé Santana, tributários do rio Tocantins), os quais vem sofrendo grandes ações antrópicas, agravando os problemas das enchentes que anualmente afetam a cidade causando prejuízos para a população e para o poder público.

Por fim, a facilidade de obtenção de dados possibilita que o conhecimento da pluviometria local se estenda ao poder público municipal e sociedade civil.

## REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. **Evolução da rede hidrometeorológica nacional**. v. 1, n. 1. Superintendência de Administração da Rede Hidrometeorológica 2007, Brasília: . CEDOC, 2007.

BERTONI, J.C.; TUCCI, C.E.M. Precipitação. In: TUCCI, C.E.M. **Hidrologia ciência e aplicação**. Porto Alegre: ABRH, 1993. p.177-242.

DE OLIVEIRA, Alisson Souza et al. **Aplicabilidade da distribuição GEV ao estudo da precipitação máxima diária anual na região sul de Minas Gerais**. Revista Agrogeoambiental, v. 6, n. 1, 2014.

DE SIQUEIRA, Herbert Rezende. **Comportamento da precipitação pluviométrica mensal do Estado de Minas Gerais: análise espacial e temporal**. Horizonte Científico, v. 1, n. 1, 2007.

HARTMANN, Marcelo; MOALA, Fernando Antonio; MENDONÇA, Marco Aurélio. **Estudo das precipitações máximas anuais em Presidente Prudente**. Revista Brasileira de Meteorologia, p.



561-568, 2011.

MARCUZZO, Francisco FN. **Distribuição espacial da sazonalidade da precipitação pluviométrica no Mato Grosso do Sul e estudo de anomalias interanual**. Acta Geográfica, v. 8, n. 16, p. 22-39, 2015.

MASSAGLI G. O.; VICTORIA D. C.; ANDRADE R. G. **Comparação entre precipitação medida em estações pluviométricas e estimada pelo satélite TRMM**. In 5º congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC, Campinas, agosto de 2011,7 , pp. 1-8.

MINETE, F.G.; VENIZIANI JUNIOR J.C.T.; KAISER I.M.; (2012). **Análise dos dados pluviométricos da estação hidrometeorológica da FATEC –Jahu**. In *Anais do IV Simpósio de Tecnologia em Meio Ambiente e Recursos Hídricos*, Jahu, Out. 2012, 1, pp. 54-67.

SALGUEIRO, J.H. P. B. **Avaliação de rede pluviométrica e análise de variabilidade espacial da precipitação: estudo de caso na Bacia do Rio Ipojuca em Pernambuco**. 2005. 139f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de Departamento de Engenharia Civil Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil Tecnologia Ambiental e Recursos Hídricos. Recife. disponível em : <[http://www.cprm.gov.br/publique/media/mestra\\_salgueiro.pdf](http://www.cprm.gov.br/publique/media/mestra_salgueiro.pdf)>. Acessado em 05 de abr. de 2015.

VERONEZ, B. P. **Análise da influência da precipitação pluviométrica e do uso do solo sobre a qualidade da água em microbacias hidrográficas no nordeste paraense, Amazônia oriental**. 2011. 174f. Dissertação (Mestrado). Universidade Federaldo Espírito Santo, Departamentode Engenharia Ambiental Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Vitória. Disponível em: <<http://www.ct.ufes.br/ppgea/files/BRUNELLA%20PIANNA%20VERONEZ.pdf>>. Acessado em 03 de março de 2015.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

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

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

