

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Alan Mario Zuffo  
(Organizador)



Alan Mario Zuffo

(Organizador)

# Engenharia Sanitária e Ambiental: Tecnologias para a Sustentabilidade 4

Atena Editora  
2019

2019 by Atena Editora

Copyright © da Atena Editora

Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Diagramação e Edição de Arte: Lorena Prestes e Karine de Lima

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)

E57 Engenharia sanitária e ambiental [recurso eletrônico]: tecnologias para a sustentabilidade 4 / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (Engenharia Sanitária e Ambiental; v. 4)

Formato: PDF

Requisitos do sistema: Adobe Acrobat Reader.

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-252-4

DOI 10.22533/at.ed.524191104

1. Engenharia ambiental. 2. Engenharia sanitária.  
3. Sustentabilidade. I. Zuffo, Alan Mario.

CDD 628

Elaborado por Maurício Amormino Júnior I CRB6/2422

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

2019

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 “Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu IV volume, apresenta, em seus 19 capítulos, os conhecimentos tecnológicos da engenharia sanitária e ambiental.

As Ciências estão globalizadas, englobam, atualmente, diversos campos em termos de pesquisas tecnológicas. Com o crescimento populacional e a demanda por alimentos tem contribuído para o aumento da poluição, por meio de problemas como assoreamento, drenagem, erosão e, a contaminação das águas pelos defensivos agrícolas. Tais fatos, podem ser minimizados por meio de estudos e tecnologias que visem acompanhar as alterações do meio ambiente pela ação antrópica. Portanto, para garantir a sustentabilidade do planeta é imprescindível o cuidado com o meio ambiente.

Este volume dedicado à diversas áreas de conhecimento trazem artigos alinhados com a Engenharia Sanitária e Ambiental Tecnologias para a Sustentabilidade. A sustentabilidade do planeta é possível devido o aprimoramento constante, com base em novos conhecimentos científicos.

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

Por fim, esperamos que este livro possa colaborar e instigar mais estudantes e pesquisadores na constante busca de novas tecnologias para a Engenharia Sanitária e Ambiental, assim, garantir perspectivas de solução de problemas de poluição dos solos, rios, entre outros e, assim garantir para as atuais e futuras gerações a sustentabilidade.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
O BANHEIRO SECO COMO MEDIDA MITIGADORA PARA O CONTROLE DE DOENÇAS ASSOCIADAS À FALTA DE SANEAMENTO EM CACHOEIRA DO ARARI, SALVATERRA E SOURE, NA ILHA DO MARAJÓ-PA	
Fernando Felipe Soares Almeida Aline Martinho Trindade Ferreira Evelyn Wagemacher Cunha Gabriel Almeida Silva Larissa Delfino Santana Rocha Loreno da Costa Francez	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>19</b>
PESQUISA DA QUALIDADE HIGIÊNICO-SANITÁRIA DE ÁGUA DE CULTIVOS E PEIXES PROVENIENTES DE 10 PESQUE-PAGUES LOCALIZADOS NO RECÔNCAVO BAIANO	
Adriana Santos Silva Danuza das Virgens Lima Daniela Simões Velame Crisnanda da Silva e Silva Ludmilla Santana Soares e Barros	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>28</b>
PESQUISA PARTICIPATIVA SOBRE RESÍDUOS SÓLIDOS URBANOS NO BAIRRO SÁ VIANA, SÃO LUÍS, MA, BRASIL	
Letícia Fernanda Brito Moraes Juliana de Faria Lima Santos	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>37</b>
PROPOSTA DE ALTERNATIVA PARA TRATAMENTO DE ÁGUAS RESIDUÁRIAS ORIUNDAS DO RESTAURANTE UNIVERSITÁRIO DO SETOR BÁSICO DA UFPA/BELÉM	
Adenilson Campos Diniz André Luiz da Silva Salgado Coelho Hélio da Silva Almeida Amanda Queiroz Mitozo Yuri Bahia de Vasconcelos Neyson Martins Mendonça	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>51</b>
PROPOSTA PARA O GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS GERADOS NAS ETAPAS DE CORTE E PLAINAGEM DO SETOR MOVELEIRO QUE UTILIZA MDF NO MUNICÍPIO DE MARABÁ – PA	
Elysson Filipe de Sousa Silva Raíza Pereira Bandeira Antônio Pereira Júnior	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911045</b>	

<b>CAPÍTULO 6</b> .....	<b>77</b>
QUANTIFICAÇÃO DO DESPERDÍCIO DE ÁGUA POTÁVEL NO PROCESSO DE DESTILAÇÃO E ALTERNATIVAS DE REUSO	
Mariane Santana Silva Jaira Michele Santana Silva Micaelle Almeida Santos Joseane Oliveira da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911046</b>	
<b>CAPÍTULO 7</b> .....	<b>84</b>
QUANTUM DOTS FROM RENEWABLE PRECURSORS INCORPORATED AT ZINC OXIDE BY SONOCHEMICAL METHOD FOR PHOTOCATALYTIC PROPERTIES	
Mayara Feliciano Gomes Yara Feliciano Gomes André Luis Lopes Moriyama Eduardo Lins de Barros Neto Carlson Pereira de Souza	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911047</b>	
<b>CAPÍTULO 8</b> .....	<b>100</b>
REGIONALIZAÇÃO DE CURVA DE PERMANÊNCIA DE VAZÃO PARA A SUB- BACIA DO RIO MADEIRA	
Letícia dos Santos Costa	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911048</b>	
<b>CAPÍTULO 9</b> .....	<b>114</b>
REÚSO DE ÁGUA EM EMPREENDIMENTOS DE LAVAGEM DE VEÍCULOS	
Antonio de Freitas Coelho Ailton Braz da Silva	
<b>DOI 10.22533/at.ed.5241911049</b>	
<b>CAPÍTULO 10</b> .....	<b>126</b>
SANEAMENTO: INTERFERÊNCIA NA SAÚDE PÚBLICA E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO	
Francisco Das Chagas Sa Cabedo Junior; Keven Barbosa da Silva Cunha; Anderson Luiz da Silva Aguiar Francisco Daniel Nunes Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110410</b>	
<b>CAPÍTULO 11</b> .....	<b>135</b>
TiO <sub>2</sub> SUPORTADO EM VIDRO COMO FOTOCATALISADOR PARA DEGRADAÇÃO DE LARANJADO DE METILA	
Siara Silvestri Fernanda C. Drumm Patrícia Grassi Jivago S. de Oliveira Edson L. Foletto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110411</b>	

<b>CAPÍTULO 12</b> .....	<b>145</b>
USO DA ÁGUA DOS APARELHOS DE AR CONDICIONADO NO CAMPUS PARALELA DO CENTRO UNIVERSITÁRIO JORGE AMADO – UNIJORGE	
Alex dos Santos Queiroz Laís Lage dos Santos José Arthur Matos Carneiro	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110412</b>	
<b>CAPÍTULO 13</b> .....	<b>151</b>
USO DE RESÍDUOS DA AGROINDÚSTRIA NA REMOÇÃO DO CORANTE VIOLETA	
Jordana Georjin Paola Rosiane Teixeira Hernandes Letícia de Fátima Cabral de Miranda Daniel Allasia Guilherme Luiz Dotto	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110413</b>	
<b>CAPÍTULO 14</b> .....	<b>158</b>
UTILIZAÇÃO DA ÁGUA DA MÁQUINA DE LAVAR ROUPA PARA IRRIGAÇÃO DE GRAMA	
Lucas Oliveira de Souza Sandra Zago Falone	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110414</b>	
<b>CAPÍTULO 15</b> .....	<b>169</b>
UTILIZAÇÃO DE POLÍMEROS CATIÔNICOS ORGÂNICOS NO TRATAMENTO DA ÁGUA: AVALIAÇÃO DO POTENCIAL TANÍFERO DE PLANTAS DO SEMIÁRIDO BAIANO	
Thailany de Almeida Magalhães Aura Lacerda Crepaldi Yuji Nascimento Watanabe Floricea Magalhães Araújo	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110415</b>	
<b>CAPÍTULO 16</b> .....	<b>179</b>
UTILIZAÇÃO DE UM PROTOCOLO DE AVALIAÇÃO RÁPIDA PARA IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES AMBIENTAIS PRESENTES EM CINCO PONTOS DO RIO BUCANHA LOCALIZADO NA CIDADE DE TRACUATEUA, NORDESTE PARAENSE	
Renata Conceição Silveira Sousa Sávio Costa de Carvalho Mauro André Damasceno de Melo Cristovam Guerreiro Diniz	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110416</b>	
<b>CAPÍTULO 17</b> .....	<b>186</b>
UTILIZAÇÃO DO CAROÇO DE AÇAÍ COMO LEITO FILTRANTE NO TRATAMENTO DE ÁGUA DE ABASTECIMENTO E RESIDUÁRIA	
Letícia dos Santos Costa Rui Guilherme Cavaleiro de Macedo Alves	
<b>DOI 10.22533/at.ed.52419110417</b>	
<b>CAPÍTULO 18</b> .....	<b>199</b>
VARIABILIDADE DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ	
Jakeline Oliveira Evangelista Samira Alves Silva	

Phaloma Aparecida  
Tathiane Santos da Silva  
Glauber Epifânio Loureiro

**DOI 10.22533/at.ed.52419110418**

**CAPÍTULO 19 ..... 209**

WETLAND CONSTRUÍDO DE FLUXO SUBSUPERFICIAL NO TRATAMENTO DE RESÍDUOS  
LÍQUIDOS DE BOVINOCULTURA DE LEITE

Kiane Cristina Leal Visconcin

Henrique Moreira Dutra

Liniker Rafael Rodrigues

Edu Max da Silva

**DOI 10.22533/at.ed.52419110419**

**SOBRE O ORGANIZADOR..... 214**

## VARIABILIDADE DA INTENSIDADE PLUVIOMÉTRICA DO MUNICÍPIO DE MARABÁ-PARÁ

### **Jakeline Oliveira Evangelista**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Marabá-Pará

### **Samira Alves Silva**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Marabá-Pará

### **Phaloma Aparecida**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Marabá-Pará

### **Tathiane Santos da Silva**

Engenheira Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Marabá-Pará

### **Glauber Epifânio Loureiro**

Engenheiro Ambiental pela Universidade do Estado do Pará (UEPA). Mestre em Hidrologia. Professor assistente na Universidade do Estado do Pará (UEPA)  
Marabá-Pará

**RESUMO:** As inundações são resultado do déficit de escoamento das águas no meio urbano, por falta de saneamento adequado ou pela presença de barragens físicas advindas de ações antrópicas, como disposição de resíduos em bueiros e na entrada de galerias. Frente a isso, o presente trabalho tem por objetivo

caracterizar os índices de pluviometria do município de Marabá no Estado do Pará, bem como ressaltar sua influência com o histórico de inundações na região. Por meio da utilização de séries históricas disponibilizadas pela Agência Nacional das águas, e dados da defesa civil da região que demonstram a ocorrência desse fenômeno, que por vezes causam transtornos socioeconômicos para a população local, além de riscos relacionados a transmissão de doenças de veiculação hídrica. Com o estudo, foi possível observar que as regiões de maior e menor precipitação média estão ao oeste e ao sudeste, respectivamente, o que pode ser explicado devido à antropização da região ou condições topográficas. Já o índice pluviométrico da região nordeste do município destacou-se chegando a valores máximos de 4300 mm e o menor índice observado foi de 430 mm. Como disposto na literatura pode-se afirmar que o uso do solo nas suas diversas formas, incluindo edificações e a pavimentação propiciam considerável impermeabilização do solo acarretando na maior velocidade de escoamento superficial da precipitação, que aliado a intensidade desta pode gerar prejuízos ao meio ambiente e à população de maneira geral.

**PALAVRAS-CHAVE:** Inundações, Índice Pluviométrico, Séries Históricas.

**ABSTRACT:** The floods are the result of the lack of adequate water supply in the urban environment due to the lack of adequate sanitation or the presence of physical dams from anthropic actions, such as waste disposal in sewers and galleries. The objective of this study is to characterize the rainfall indices of the municipality of Marabá in the State of Pará, as well as to emphasize its influence with the history of floods in the region. Through the use of historical series provided by the National Water Agency, and data from the region's civil defense that demonstrate the occurrence of this phenomenon, which sometimes cause socioeconomic disturbances for the local population, as well as risks related to the transmission of waterborne diseases. With the study, it was possible to observe that the regions with higher and lower average precipitation are to the west and southeast, respectively, which can be explained due to the anthropization of the region or topographic conditions. The rainfall index of the northeastern region of the city stood out reaching maximum values of 4300 mm and the lowest observed index was 430 mm. As stated in the literature, it can be stated that the use of the soil in its various forms, including buildings and paving provides a considerable waterproofing of the soil, causing greater precipitation, which, together with the intensity of the soil, can generate damages to the environment and to the population in general.

**KEYWORDS:** Floods, Pluviometric Index, Historical Series.

## 1 | INTRODUÇÃO

O desastre natural pode ser caracterizado por uma significativa alteração das condições geográficas e atmosféricas naturais que causam distúrbios no meio físico acarretando prejuízos socioambientais, tais como enchentes, inundações, estiagem, seca, vendaval, terremotos, dentre outros.

Consonante a isso, as cheias podem ser caracterizadas por um quadro natural de aumento do nível dos rios, provocado por chuvas intensas ou contínuas, resultando no transbordo do mesmo (enchentes). Já as inundações são resultado do déficit de escoamento das águas no meio urbano, por falta de saneamento adequado ou pela presença de barragens físicas advindas de ações antrópicas, como disposição de resíduos em bueiros e na entrada de galerias.

Segundo Raiol (2010), o município de Marabá está situado em uma região de baixa altitude, cuja umidade relativa do ar varia entre 73% a 93% e a precipitação anual gira em torno 1.976 mm<sup>3</sup>. Sendo uma região historicamente acometida por cheias do Rio Tocantins.

Situação que, para Almeida (2008) poderia ser explicado devido ao fato de Marabá ter sido alvo de grandes transformações em seu espaço urbano desde o início de sua ocupação, saindo do quadro de cidade ribeirinha para tornar-se um centro urbano. No entanto, a ocupação precoce da região sem o planejamento apropriado para seu desenvolvimento, acarretou na ocupação de áreas anteriormente alagáveis, tornando a problemática das enchentes uma questão de saúde pública.

Isso se deve ao fato de que, a ocorrência de alagamentos gera uma gama de

riscos para população local. Além dos danos materiais como perda e danificação de moradias e bens, transtornos na locomoção para pedestres e automóveis, prejuízos para o comércio local, também há a incidência de diversas doenças de veiculação hídrica, como: esquistossomose, leishmaniose, micoses, e doenças gastrointestinais.

Dentre o histórico de enchentes na região, a enchente decorrente da década de 1980 tornou-se até então, a mais marcante para a população, uma vez que houve um aumento de 17,42 m do nível normal do rio Tocantins, atingindo a cidade no ápice de seu crescimento pela intensificação fluxo migratório (ALMEIDA, 2011).

## **2 | REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1 REGIÃO HIDROGRAFICA**

Cada região hidrográfica é formada por uma ou por um agrupamento de bacias ou sub-bacias com características ambientais, sociais e econômicas similares. As bacias hidrográficas que constituem as regiões hidrográficas são delimitadas a partir de divisores topográficos. Os divisores topográficos são caracterizados pelos pontos altos entre duas ou mais bacias, que dividem a água precipitada que esco superficialmente para cada bacia contida na região hidrográfica considerada (PLANEJAMENTO, 2017).

### **2.2 CICLO HIDROLOGICO**

A água é um dos recursos mais intensamente utilizados. É fundamental para a existência e a manutenção da vida e, para isso, deve estar presente no ambiente em quantidade e qualidade apropriadas (BRAGA et al., 2005).

O ciclo hidrológico é o fenômeno global de circulação fechada da água. Entre a superfície terrestre e a atmosfera, impulsionado fundamentalmente pela energia solar associada à gravidade e à rotação terrestre (TUCCI et al., 2010).

Segundo Sperling (2014) e Derisio (2012) é importante o conhecimento de como a água se movimenta de um meio para outro na Terra, essa circulação se dá o nome de ciclo hidrológico. Nesse ciclo distinguem-se os seguintes mecanismos de transferência da água: precipitação; escoamento superficial; infiltração; evaporação e transpiração.

O uso do solo é fator de importância fundamental na ocorrência natural da água. O desmatamento e a urbanização podem modificar o ciclo hidrológico ao diminuírem, por exemplo, a evapotranspiração. Com o desmatamento, há maior presença da umidade no solo, e sua capacidade de infiltração também diminui.

Assim, existe uma tendência do aumento do escoamento superficial durante eventos chuvosos, o que amplia a frequência de ocorrência de cheias. Tal fato tende a tornar-se gradativamente mais intenso pela diminuição da proteção do solo contra erosão e a conseqüente diminuição de sua permeabilidade pelo desmatamento

(BRAGA et al., 2005).

## 2.3 PRECIPITAÇÃO

Entende-se por precipitações atmosféricas como o conjunto de águas originadas do vapor de água que cai, em estado líquido ou sólido, sobre a superfície da terra. O conceito engloba, portanto, não somente a chuva, mas também a neve, o granizo, o nevoeiro, o sereno e a geada. As precipitações atmosféricas representam no ciclo hidrológico, o importante papel de elo entre os fenômenos meteorológicos propriamente ditos e os do escoamento superficial, de interesse maior aos engenheiros. Deriva daí, sobre tudo, a importância do estudo das precipitações atmosféricas (GARCEZ; ALVAREZ, 1999).

A disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outros, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante na hidrologia (TUCCI et al., 2010).

Exprime-se a quantidade de chuva pela altura de água caída e acumulada sobre uma superfície plana e impermeável. Ela é avaliada por meio de medidas executadas em pontos previamente escolhidos, utilizando-se aparelhos chamados pluviômetros ou pluviógrafos, conforme sejam simples receptáculos da água precipitada ou registrem essas alturas no decorrer do tempo. Os pluviogramas obtidos nos pluviógrafos fornecem o total de precipitação acumulado no decorrer do tempo e apresentam grandes vantagens sobre os medidores sem registro, sendo indispensáveis para o estudo de chuvas de curta duração (PINTO et al., 2011).

Concomitante a isto Tucci et al. (2010) ressaltam que a disponibilidade de precipitação numa bacia durante o ano é o fator determinante para quantificar, entre outras coisas, a necessidade de irrigação de culturas e o abastecimento de água doméstico e industrial. A determinação da intensidade da precipitação é importante para o controle de inundação e a erosão do solo. Por sua capacidade para produzir escoamento, a chuva é o tipo de precipitação mais importante na hidrologia.

## 2.4 DADOS HIDROLÓGICOS

Segundo Beskow et al. (2015), os conjuntos de dados pluviométricos diários ou sub-diários são utilizados para a modelagem de eventos de chuvas fortes, sendo este último o mais adequado, pois permite a determinação das intensidades de chuvas associadas a diferentes durações. Segundo Kwon et al. (2009) existem vários estudos que analisam a anormalidade destes dados no planejamento e projeto de recursos hídricos.

### 2.4.1 Series Hidrológicas

As séries hidrológicas podem incluir todas as observações disponíveis, coletadas em intervalos de tempo regulares ao longo de vários anos de registros, ou apenas alguns de seus valores característicos como, por exemplo, os máximos anuais ou as médias mensais (NAGHETTINI E PINTO, 2007).

## 2.5 METODO DE ISOIETAS

As isoietas são linhas de igual precipitação, estas podem ser traçadas para um evento ou para uma duração específica, este método mostra a variabilidade espacial dos valores médios obtidos através de uma serie amostral, logo, dos resultados alcançados sobre precipitação pluvial, dentre outros.

Bielenki e Barbassa (2004), ressaltam que em estudos de geoprocessamento de recursos hídricos as isoietas são linhas de mesma altura pluviométrica, as quais plotadas em planta permitem identificar a altura da chuva em qualquer ponto da bacia, ou sub-região para o caso específico tornando mais sofisticado a forma de estimar a distribuição espacial da precipitação máxima diária anual.

Evangelista et al. (2016), mencionam que a representação espacial da pluviosidade dos valores obtidos através da estatística descritiva podem ser representados mediante cartas de isoietas, elaboradas a partir de Golden Software (2012), que utiliza um arquivo com o contorno da área de estudo digitalizado, com os valores de longitude (variável x) e latitude (variável y) e com os resultados obtidos, tais como a média, o desvio-padrão e o coeficiente de variação de cada posto pluviométrico da área de estudo (variável z).

## 3 | MATERIAIS E MÉTODOS

O presente trabalho consiste na exposição de ocorrências climáticas na região marabaense, a fim de relacioná-las aos pontos de precipitação na região, em um recorte temporal que compreende os anos de 1988 a 2013.

Estas medidas de precipitação consistem na altura pluviométrica, ou na altura de precipitação geralmente expressa em mm, e na quantidade de água que cai por unidade de área horizontal (CARVALHO; SILVA, 2006).

Trata-se de um estudo descritivo, não participativo, observativa, associado ao levantamento de dados documentais diversos, contidos em artigos, livros e links eletrônicos, para caracterização de ocorrências climáticas.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A área em análise está localizada na Região hidrográfica Tocantins-Araguaia, que segundo MMA (2006) está entre a confluência dos rios Tocantins-Araguaia

O estudo foi realizado no município de Marabá, localizado na região sudeste do estado do Pará, às margens da BR 230, à 553 km (quilômetros) da capital Belém, a figura 01 mostra a área de estudo.

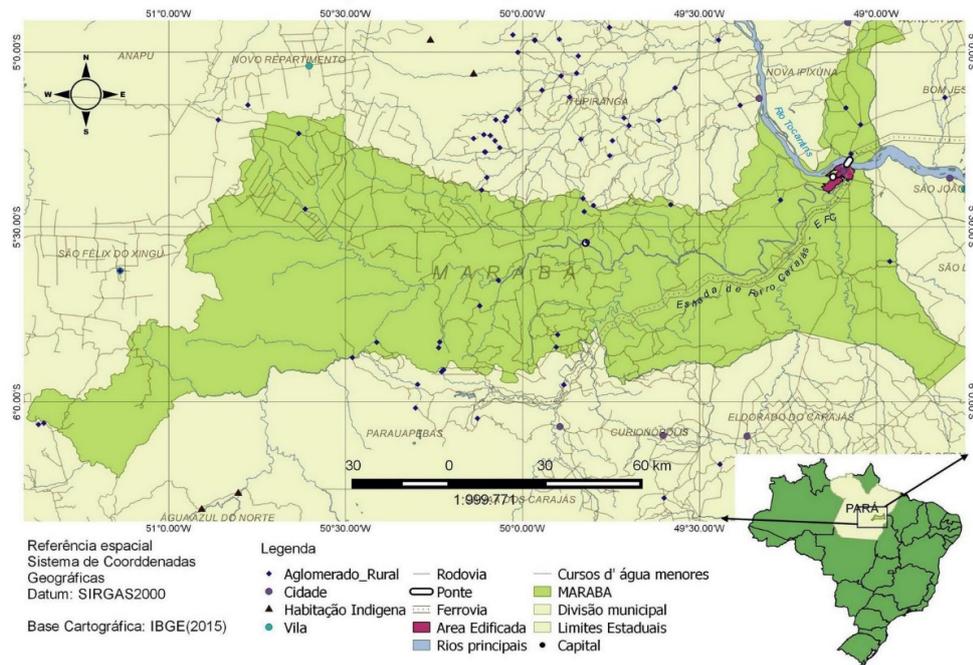


Figura 1 – Localização do Município de Marabá, no sudeste do estado do Pará, Brasil.

### 3.2 ANÁLISE DOS DADOS

Para isso, utilizou-se de dados disposto no portal HIDROWEB (2017), da Agência Nacional de Águas (ANA) a qual fornece todas as informações coletadas por rede hidrometeorológica, que reúne informações a respeito de precipitação para a área em estudo, formando assim uma série histórica de 26 (vinte e seis) anos a partir de 6 (seis) Estações Pluviométricas.

Feita as análises dos dados advindos da referida série histórica, foi realizada a plotagem dos resultados obtidos, culminando na interpolação destes resultados pelo método de Krigagem, para confecção dos mapas de isoietas, o qual forneceu a melhor estimativa dos valores médios de precipitação da área completa, através da utilização de Golden Software (2012).

## 4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

As linhas de mesma altura pluviométrica advindas do método de isoietas, permitem identificar a altura de chuva em qualquer ponto da área estudada, isto posto, a figura 2 mostra a Precipitação Média Total ocorrida no município de Marabá.

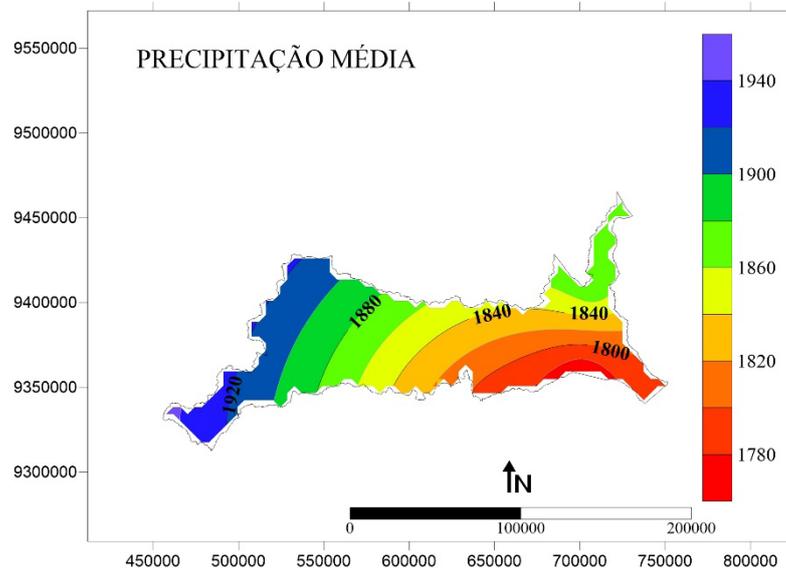


Figura 02- Precipitação Média Total.

Segundo Tucci et al. (2010) aceita-se a precipitação média como sendo uma lâmina de água de altura uniforme sobre toda a área considerada, associada a um período de tempo dado especificamente em anos para este caso, logo, a média é uma medida de tendência central e dá uma noção sobre qual valor representa o centro de uma distribuição ordenada (rol), ou simplesmente um valor que melhor represente essa distribuição.

Pode-se aferir a partir da figura 02 que os valores médios observados variam de 1780 à 1940 mm, tendo na porção oeste os maiores valores médios de precipitação o que justifica-se por ser uma área de altos valores de altitude, onde localiza-se Serra dos Carajás, Serra Misteriosa e Serra do Cinzento com 792 metros de altitude (RAIOL, 2010).

O valor mínimo representa o valor do menor número que estiver dentro do intervalo de células passado como parâmetro, a figura 03 mostra o mapa de isoietas das precipitações mínimas contidas na série histórica. Os valores encontrados variam entre 430 a 630 mm.

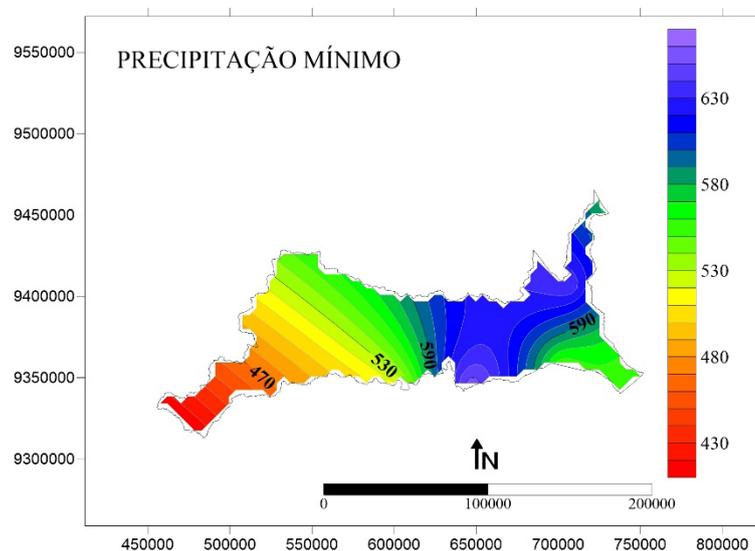


Figura 03- Precipitação Mínima Total.

Nota-se que na porção sudoeste encontram-se os menores valores mínimos de precipitação dos anos analisados. Richter (2015), ressalta que os conflitos pela água aumentaram de número no mundo inteiro e se intensificaram com o tempo, enquanto o suprimento de água tem se reduzido cada vez mais, a partir desta afirmação insere-se as questões relativas a incentivo de tecnologia e políticas públicas que visem soluções hídricas com o escopo de beneficiar a natureza e os seres humanos principalmente nos períodos de menor incidência pluviométrica, e até mesmo máximos.

Raiol (2010), afirma que o período mais chuvoso se inicia em janeiro e termina em março, a figura 04 apresenta os valores máximos de precipitação, que variam de 3700 a 4300 mm, encontrando-se os maiores valores na parte sudoeste (serrana) e nordeste (encontro dos Rios Itacaiúnas e Tocantins).

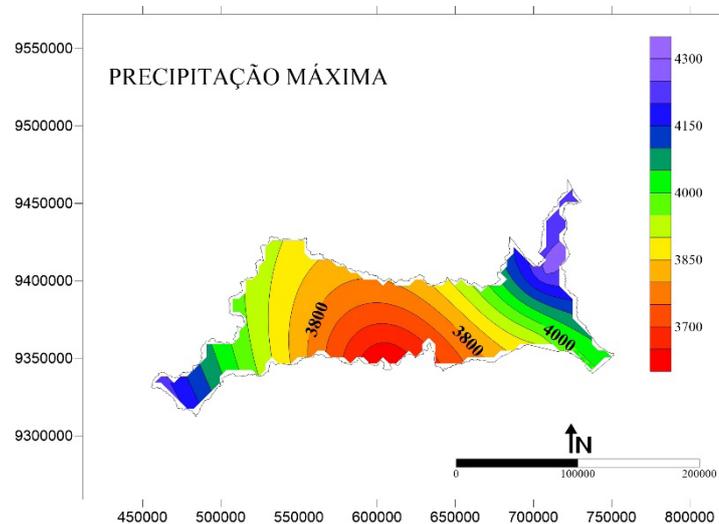


Figura 04- Precipitação Máxima Total.

Tucci et al. (2010), explana que a precipitação máxima é entendida como a ocorrência extrema com duração, distribuição temporal e espacial crítica para uma área, podendo atuar sobre a erosão do solo, inundações em áreas rurais e urbanas, obras hidráulicas, entre outros, sendo que a distribuição espacial destas chuvas máximas não apresenta um padrão uniforme.

Para Lorenzon et al. (2015), esses fatores climáticos associados a ocorrência de serras e picos do município o qual possui uma altitude significativamente alta, estabelecem condições que podem apresentar um alto potencial para causar enchentes, mediante esta afirmação e estudos correlacionados com relação a avanço de áreas urbanizadas isto também pode propiciar as posteriores inundações.

Nas áreas urbanas ocorre e impermeabilização do solo por meio das construções e da pavimentação das ruas. Assim, quando a precipitação atinge o solo, ocorre escoamento superficial mais intenso em consequência de pouca ou nenhuma capacidade de infiltração disponível. Essa impermeabilização do solo pela urbanização

é uma das principais causas de inundações nos meios urbanos. (BRAGA et al., 2005)

Quando se tem a impermeabilização do solo, observa-se alteração da água superficial quanto ao comportamento, reduzindo parte da água que infiltra no perfil do solo. (MOTA, 2003).

Conclui-se que a urbanização tem interferência direta na ocorrência de inundações em áreas urbanas, visto que altera o ciclo hidrológico aumentando a taxa de escoamento superficial e prejudica a impermeabilização do solo entre outros fatores.

Nota-se ainda a falta de instrumentos de planejamento e gestão de projetos e legislação específica que contemplem a drenagem pluvial urbana, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, os resíduos sólidos e principalmente a educação ambiental.

## 5 | CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

A partir da análise das variáveis abordadas ratifica-se que as regiões de maior e menor precipitação média estão ao oeste e ao sudeste, respectivamente, tais fatos talvez sejam oriundos da antropização da região ou condições topográficas. O índice pluviométrico da região nordeste destacou-se chegando a valores máximos de 4300 mm e o menor índice observado foi de 430 mm.

Para suprimir esses problemas, de forma básica, podem ser adotados dois tipos de medidas: as estruturais e as não-estruturais. As primeiras são obras de engenharia, utilizadas para reduzir o risco de inundações. As soluções não-estruturais também podem ser aplicadas afim de reduzir os danos ou consequências das inundações através de intervenções não constituídas por obras, mas fundamentalmente pela introdução de normas, regulamentos e programas que procurem, por exemplo, o disciplinamento do uso e ocupação do solo, a efetivação do sistema de alerta, a conscientização da população quanto à manutenção dos diversos seguimentos do sistema de drenagem e outros.

Como disposto na literatura pode-se afirmar que o uso do solo nas suas diversas formas, incluindo edificações e a pavimentação propiciam considerável impermeabilização do solo acarretando na maior velocidade de escoamento superficial da precipitação, que aliado a intensidade desta pode gerar prejuízos ao meio ambiente e a população de maneira geral.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. J. **A cidade de Marabá sob os impactos governamentais**. São Paulo. 2008. 272 p.

ALMEIDA, J. J., **Políticas públicas e comunidades da Amazônia- o Caso de Marabá**. Histórias e perspectivas, Uberlândia. Junho de 2011.

BESKOW, S.; CALDEIRA, T. L.; MELLO, C. R.; FARIA, L. C.; GUEDES, H. A. Multiparameter probability distributions for heavy rainfall modeling in extreme Southern Brazil. **Journal of Hydrology: Regional Studies**. Pelotas, RS, Brazil. v.4, p.123–133, 2015.

BIELENKI, Cláudio; BARBASSA, Ademir Paceli. **Geoprocessamento e Recursos hídricos: aplicações práticas**. São Carlos: EdUFSCar, 2014. 257p.

BRAGA, Benedito et al. **Introdução à engenharia ambiental: o desafio do desenvolvimento sustentável**. 2ª ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall. 2005. 318p.

CARVALHO, D. F., SILVA, L.D.B. **Hidrologia**. Agosto de 2016.

DERISIO, José Carlos. **Introdução ao controle de poluição ambiental**. 4 ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

EVANGELISTA, Jakeline Oliveira; PEREIRA, José Danilo Santana; SILVA, Samira Alves e LOUREIRO, Glauber Epifânio. **Análise do comportamento pluviométrico da Sub-Região Hidrográfica Tocantins 08**. XIII SIMPÓSIO DE RECURSOS HÍDRICOS DO NORDESTE, 13., 2016, Aracaju. **Associação Brasileira de Recursos Hídricos**. Aracaju: ABRH, 2016. 9 p.

GARCEZ, Lucas Nogueira; ALVAREZ, Guillermo Acosta. **Hidrologia**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1999.

GOLDEN SOFTWARE, 2012. *Surfer*, versão 12. Conjunto de programas. 1 CD-Rom e manuais. (informações em <http://www.goldensoftware.com>).

HIDROWEB. Portal ANA- Agência Nacional das Águas: << <http://www2.ana.gov.br>>> Acessado em 25 de Abril de 2017.

KWON, Young-Moon; PARK, Jin-Won; KIM, Tae-Wong. Estimation of Desing Rainfalls Considering na Increasing Trend in Rainfall Data. **The Korean of Soil Science and Engeneering**. Korean. Article 29. n. 2B, p 131-139, March 2009.

LORENZON, Alexandre Simões et al. **Influência das características morfometrias da bacia hidrográfica do rio Benevide nas enchentes no município de Alfredo Chaves – ES**. Revista Ambiente&Água. V.10. n. 01. Taubaté-SP, p. 195-206. jan-mar 2015.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Caderno da Região Hidrográfica do Tocantins-Araguaia**. Secretaria de Recursos Hídricos – Brasília: MMA, 132 p. 2006

MOTA, Suetônio. **Urbanização e Meio Ambiente**. 3. ed. Rio de Janeiro: Abes, 2003.

PINTO, Nelson Sousa et al. **Hidrologia básica**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 2011.

PLANEJAMENTO. **Planejamento, manejo e gestão de bacias**. Disponível em:< [http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias\\_hidrograficas/planejamento\\_manejo\\_e\\_gestao\\_unidade\\_1.pdf](http://www.planejamento.mppr.mp.br/arquivos/File/bacias_hidrograficas/planejamento_manejo_e_gestao_unidade_1.pdf)>. Acesso em 26 de setembro de 2017.

RAIOL, J. A. **Perspectivas para o meio ambiente urbano: GEO Marabá**. Belém, Pará. 2010. 136

RICHTER, Brian. **Em busca da água: um guia para passar da escassez à sustentabilidade**. São Paulo: oficina de textos, 2015. 188p.

SPERLING, Marcos Von. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 4ª ed. Belo Horizonte- MG: UFMG. 2014. 472p.

Tucci, C.E.M; Bertoni, J.C. **Hidrologia: Ciência e Aplicação**, Org. Carlos E. M. Tucci, 4ª ed., 5. Reimpr., Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS: ABRH, 2010. 943 p.

## **SOBRE O ORGANIZADOR**

**Alan Mario Zuffo** - Engenheiro Agrônomo (Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT/2010), Mestre em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal do Piauí – UFPI/2013), Doutor em Agronomia – Produção Vegetal (Universidade Federal de Lavras – UFLA/2016). Atualmente, é professor visitante na Universidade Federal do Mato Grosso do Sul – UFMS no Campus Chapadão do Sul. Tem experiência na área de Agronomia – Agricultura, com ênfase em fisiologia das plantas cultivadas e manejo da fertilidade do solo, atuando principalmente nas culturas de soja, milho, feijão, arroz, milheto, sorgo, plantas de cobertura e integração lavoura pecuária. E-mail para contato: alan\_zuffo@hotmail.com

Agência Brasileira do ISBN  
ISBN 978-85-7247-252-4

