



**Alan Mario Zuffo**  
**(Organizador)**

**A produção  
do Conhecimento  
nas Ciências  
Agrárias e Ambientais 3**

**Atena**  
Editora

Ano 2019

**Alan Mario Zuffo**  
(Organizador)

**A produção do Conhecimento nas Ciências  
Agrárias e Ambientais**  
**3**

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 Geraldo Alves

**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)**

P964 A produção do conhecimento nas ciências agrárias e ambientais 3  
[recurso eletrônico] / Organizador Alan Mario Zuffo. – Ponta  
Grossa (PR): Atena Editora, 2019. – (A Produção do  
Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais; v. 3)

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-85-7247-286-9

DOI 10.22533/at.ed.869192604

1. Agronomia – Pesquisa – Brasil. 2. Meio ambiente – Pesquisa –  
Brasil. I. Zuffo, Alan Mario. II. Série.

CDD 630

**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.

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 “A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais” aborda uma série de livros de publicação da Atena Editora, em seu III volume, apresenta, em seus 28 capítulos, com conhecimentos científicos nas áreas agrárias e ambientais.

Os conhecimentos nas ciências estão em constante avanços. E, as áreas das ciências agrárias e ambientais são importantes para garantir a produtividade das culturas de forma sustentável. O desenvolvimento econômico sustentável é conseguido por meio de novos conhecimentos tecnológicos. Esses campos de conhecimento são importantes no âmbito das pesquisas científicas atuais, gerando uma crescente demanda por profissionais atuantes nessas áreas.

Para alimentar as futuras gerações são necessários que aumente à quantidade da produção de alimentos, bem como a intensificação sustentável da produção de acordo como o uso mais eficiente dos recursos existentes na biodiversidade.

Este volume dedicado às áreas de conhecimento nas ciências agrárias e ambientais. As transformações tecnológicas dessas áreas são possíveis devido o aprimoramento constante, com base na produção de 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, pesquisadores e entusiastas na constante busca de novas tecnologias para as ciências agrárias e ambientais, assim, garantir perspectivas de solução para a produção de alimentos para as futuras gerações de forma sustentável.

Alan Mario Zuffo

## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO 1</b> .....	<b>1</b>
ECONOMIC VIABILITY OF A CITRUS PRODUCTION UNIT IN THE CITY OF LIBERATO SALZANO IN RIO GRANDE DO SUL STATE, BRAZIL	
<i>Paulo de Tarso Lima Teixeira</i> <i>Luis Pedro Hillesheim</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926041</b>	
<b>CAPÍTULO 2</b> .....	<b>9</b>
EDUCAÇÃO AMBIENTAL E A FORMAÇÃO DE EDUCADORES AMBIENTAIS: OFICINAS E QUESTIONÁRIOS	
<i>Ananda Helena Nunes Cunha</i> <i>Eliana Paula Fernandes Brasil</i> <i>Thayná Rodrigues Mota</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926042</b>	
<b>CAPÍTULO 3</b> .....	<b>18</b>
EFEITO DA CO-INOCULAÇÃO ASSOCIADA A DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO NITROGENADA NO CRESCIMENTO VEGETATIVO DO FEIJOEIRO	
<i>Laís Gertrudes Fontana Silva</i> <i>Jairo Câmara de Souza</i> <i>Bianca de Barros</i> <i>Hellysa Gabryella Rubin Felberg</i> <i>Marta Cristina Teixeira Leite</i> <i>Robson Ferreira de Almeida</i> <i>Evandro Chaves de Oliveira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926043</b>	
<b>CAPÍTULO 4</b> .....	<b>26</b>
EFEITO DA FARINHA DE BABAÇU NAS CARACTERÍSTICA FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAS DO BISCOITO SEQUILHO	
<i>Eloneida Aparecida Camili</i> <i>Priscila Copini</i> <i>Thais Hernandez</i> <i>Luciane Yuri Yoshiara</i> <i>Priscila Becker Siquiera</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926044</b>	
<b>CAPÍTULO 5</b> .....	<b>39</b>
EFEITO DE DOSES DE ADUBAÇÃO NK SOBRE CRESCIMENTO VEGETATIVO E FRUTIFICAÇÃO DE PINHEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DO ANO NO SUDOESTE DA BAHIA	
<i>Ivan Vilas Bôas Souza</i> <i>Abel Rebouças São José</i> <i>John Silva Porto</i> <i>José Carlson Gusmão da Silva</i> <i>Bismark Lopes Bahia</i> <i>Danielle Suene de Jesus Nolasco</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926045</b>	

<b>CAPÍTULO 6 .....</b>	<b>60</b>
EFFECT OF SOIL NUTRIENTS ON POLYPHENOL COMPOSITION OF JABUTICABA WINE	
<i>Danielle Mitze Muller Franco</i>	
<i>Gustavo Amorim Santos</i>	
<i>Luciane Dias Pereira</i>	
<i>Pedro Henrique Ferri</i>	
<i>Suzana da Costa Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926046</b>	
<b>CAPÍTULO 7 .....</b>	<b>75</b>
EFICIÊNCIA DE QUITINAS DE CAMARÕES MARINHOS E DE ÁGUA DOCE NA ADSORÇÃO DE NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> DE EFLUENTES AQUÍCOLAS SINTÉTICOS	
<i>Fernanda Bernardi</i>	
<i>Izabel Volkweis Zadinelo</i>	
<i>Luana Cagol</i>	
<i>Helton José Alves</i>	
<i>Lilian Dena dos Santos</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926047</b>	
<b>CAPÍTULO 8 .....</b>	<b>80</b>
ELABORAÇÃO DA TABELA NUTRICIONAL DE ACEROLAS PRODUZIDAS EM SISTEMA DE AGRICULTURA FAMILIAR NA REGIÃO DE ITARARÉ – SÃO PAULO	
<i>Rafaela Rocha Cavallin</i>	
<i>Júlia Nunes Júlio</i>	
<i>Gisele Kirchbaner Contini</i>	
<i>Fabielli Priscila Oliveira</i>	
<i>Carolina Tomaz Rosa</i>	
<i>Juliana Dordetto</i>	
<i>Katielle Rosalva Voncik Córdova</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926048</b>	
<b>CAPÍTULO 9 .....</b>	<b>90</b>
ELABORAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE BOLO DE FUBÁ ELABORADO COM ÓLEO DE POLPA DE ABACATE <i>Persea americana</i>	
<i>Vinícius Lopes Lessa</i>	
<i>Maria Clara Coutinho Macedo</i>	
<i>Aline Cristina Arruda Gonçalves</i>	
<i>Christiano Vieira Pires</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.8691926049</b>	
<b>CAPÍTULO 10 .....</b>	<b>102</b>
ESPÉCIES DO SUBGÊNERO <i>Decaloba</i> ( <i>Passiflora</i> , <i>Passifloraceae</i> ) COMO FONTES DE RESISTÊNCIA AO ATAQUE DE LAGARTAS	
<i>Tamara Esteves Ferreira</i>	
<i>Fábio Gelape Faleiro</i>	
<i>Jamile Silva Oliveira</i>	
<i>Alexandre Specht</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260410</b>	

**CAPÍTULO 11 ..... 116**

ESPECTROSCOPIA DE REFLECTÂNCIA NO INFRAVERMELHO PROXIMAL (NIRS)  
NA ANÁLISE DA COMPOSIÇÃO BROMATOLÓGICA DO CAPIM MARANDU

*Rosemary Laís Galati*  
*Jefferson Darlan Costa Braga*  
*Alessandra Schaphauser Rosseto Fonseca*  
*Lilian Chambó Rondena Pesqueira Silva*  
*Edimar Barbosa de Oliveira*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260411**

**CAPÍTULO 12 ..... 127**

ESTUDO COMPARATIVO DOS EFEITOS DA DEXMEDETOMIDINA E XILAZINA EM  
BOVINOS SUBMETIDOS A LAVADO BRONCOSCÓPICO

*Desiree Vera Pontarolo*  
*Sharlenne Leite da Silva Monteiro*  
*Heloisa Godoi Bertagnon*  
*Alessandra Mayer Coelho*  
*Bruna Artner*  
*Natalí Regina Schllemer*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260412**

**CAPÍTULO 13 ..... 136**

ESTUDO DA DORMÊNCIA TEGUMENTAR EM SEMENTES DE *Schinopsis brasiliensis*  
*Engl*

*Ailton Batista Oliveira Junior*  
*Aderlaine Carla de Jesus Costa*  
*Matheus Oliva Tolentino*  
*Sabrina Gonçalves Vieira de Castro*  
*Ronaldo dos Reis Farias*  
*Luiz Henrique Arimura Figueiredo*  
*Cristiane Alves Fogaça*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260413**

**CAPÍTULO 14 ..... 143**

ESTUDO DA EFICIÊNCIA ENERGÉTICA DOS MATERIAIS UTILIZADOS NA  
CONSTRUÇÃO DE MORADIAS RURAIS

*Felipo Lovatto*  
*Rodrigo Couto Santos*  
*Rafael Zucca*  
*Juliano Lovatto*  
*Rodrigo Aparecido Jordan*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260414**

**CAPÍTULO 15 ..... 149**

ESTUDO DA MELHOR EFICIÊNCIA PRODUTIVA PROPORCIONADA PELO USO  
DE ÍNDICE DE CONFORTO AMBIENTAL ADEQUADO

*Mauricio Battilani*  
*Rodrigo Couto Santos*  
*Ana Paula Cassaro Favarim*  
*Juliano Lovatto*  
*Luciano Oliveira Geisenhoff*  
*Rafaela Silva Cesca*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260415**

**CAPÍTULO 16 ..... 155**

ESTUDO DA PRODUÇÃO DO PORTA-ENXERTO DE CITROS DA COMUNIDADE SANTA LUZIA DO INDUÁ, CAPITÃO POÇO/PA

*Letícia do Socorro Cunha*  
*Luane Laíse Oliveira Ribeiro*  
*Lucila Elizabeth Fragozo Monfort*  
*Wanderson Cunha Pereira*  
*Felipe Cunha do Rego*  
*Francisco Rodrigo Cunha do Rego*  
*Paulo Henrique Amaral Araújo de Sousa*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260416**

**CAPÍTULO 17 ..... 163**

EXTRAÇÃO VIA ULTRASSOM DA BETA-GALACTOSIDASE DE *Saccharomyces fragilis* IZ 275 CULTIVADA EM SORO COM POTENCIAL PARA HIDRÓLISE DA LACTOSE

*Ariane Bachega*  
*Ana Caroline Iglecias Setti*  
*Alessandra Bosso*  
*Samuel Guemra*  
*Hélio Hiroshi Suguimoto*  
*Luiz Rodrigo Ito Morioka*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260417**

**CAPÍTULO 18 ..... 174**

FERTIRRIGAÇÃO DE BERTALHA (*Basella alba* L.) CULTIVADA SOB MANEJO ORGÂNICO UTILIZANDO ÁGUA RESIDUÁRIA DE BOVINOCULTURA DE LEITE

*Rafaela Silva Correa*  
*Tadeu Augusto van Tol de Castro*  
*Rafael Gomes da Mota Gonçalves*  
*Erinaldo Gomes Pereira*  
*Leonardo Duarte Batista da Silva*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260418**

**CAPÍTULO 19 ..... 188**

GENÔMICA COMO FERRAMENTA PARA GESTÃO PESQUEIRA?

*Daiane Machado Souza*  
*Suzane Fonseca Freitas*  
*Welinton Schröder Reinke*  
*Rodrigo Ribeiro Bezerra de Oliveira*  
*Paulo Leonardo Silva Oliveira*  
*Deivid Luan Roloff Retzlaff*  
*Luana Lemes Mendes*  
*Heden Luiz Maques Moreira*  
*Carla Giovane Ávila Moreira*  
*Rafael Aldrighi Tavares*  
*Juvêncio Luis Osório Fernandes Pouey*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260419**



**CAPÍTULO 20 ..... 194**

GEOQUÍMICA AMBIENTAL APLICADA NA AVALIAÇÃO DOS SOLOS DE UM  
ATERRO SANITÁRIO DESATIVADO NO MUNICÍPIO DE LAGES-SC

*Vitor Rodolfo Becegato*  
*Valter Antonio Becegato*  
*Indianara Fernanda Barcarolli*  
*Gilmar Conte*  
*Camila Angélica Baum*  
*Lais Lavnitcki*  
*Alexandre Tadeu Paulino*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260420**

**CAPÍTULO 21 ..... 212**

GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO  
DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

*Guilherme Henrique Cavazzana*  
*Daniel Pache Silva*  
*Fernanda Pereira Pinto*  
*Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho*  
*Vinícius de Oliveira Ribeiro*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260421**

**CAPÍTULO 22 ..... 228**

GERMINAÇÃO DE SEMENTES E DESENVOLVIMENTO PÓS-SEMINAL DE  
*Peltophorum dubium* SPRENG. CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS

*Elisa Regina da Silva*  
*Kelly Nery Bighi*  
*Ingridh Medeiros Simões*  
*Maricélia Moreira dos Santos*  
*José Carlos Lopes*  
*Rodrigo Sobreira Alexandre*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260422**

**CAPÍTULO 23 ..... 236**

GERMINAÇÃO *IN VITRO* DE GRÃOS DE PÓLEN DE PITAIA SUBMETIDOS A  
DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO BÓRICO

*Nathália Vállery Tostes*  
*Miriã Cristina Pereira Fagundes*  
*José Darlan Ramos*  
*Verônica Andrade dos Santos*  
*Letícia Gabriela Ferreira de Almeida*  
*Fábio Oseias dos Reis Silva*  
*José Carlos Moraes Rufini*  
*Alexandre Dias da Silva*  
*Iago Reinaldo Cometti*  
*Renata Amato Moreira*

**DOI 10.22533/at.ed.86919260423**

<b>CAPÍTULO 24</b> .....	<b>242</b>
IDENTIFICAÇÃO DE NÍVEIS DE RESISTÊNCIA AO NEMATOIDE DE CISTO EM LINHAGENS DE SOJA	
<i>Antônio Sérgio de Souza</i>	
<i>Rafaela Lanusse de Bessa Lima</i>	
<i>Pedro Ivo Vieira Good</i>	
<i>Vinicius Ribeiro Faria</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260424</b>	
<b>CAPÍTULO 25</b> .....	<b>247</b>
IDENTIFICAÇÃO DO EFEITO CORROSIVO DA PRESENÇA DE H <sub>2</sub> S NO BIOGÁS DESTINADO A GERAÇÃO DISTRIBUÍDA	
<i>Yuri Ferruzzi</i>	
<i>Samuel Nelson Melegari de Souza</i>	
<i>Estor Gnoatto</i>	
<i>Dirceu de Melo</i>	
<i>Alberto Noboru Miyadaira</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260425</b>	
<b>CAPÍTULO 26</b> .....	<b>253</b>
INCERTEZAS NA DEFINIÇÃO DA DISTRIBUIÇÃO DE PROBABILIDADE PARA A OBTENÇÃO DA CHUVA DE PROJETO	
<i>Viviane Rodrigues Dorneles</i>	
<i>Rita de Cássia Fraga Damé</i>	
<i>Claudia Fernanda Almeida Teixeira-Gandra</i>	
<i>Marcia Aparecida Simonete</i>	
<i>Letícia Burkert Mélo</i>	
<i>Patrick Moraes Veber</i>	
<i>Maria Clotilde Carré Chagas Neta</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260426</b>	
<b>CAPÍTULO 27</b> .....	<b>260</b>
INFLUÊNCIA DA PRESSÃO NO PROCESSO DE ULTRAFILTRAÇÃO DO SORO DE LEITE	
<i>Aline Brum Argenta</i>	
<i>Matheus Lavado dos Santos</i>	
<i>Alessandro Nogueira</i>	
<i>Agnes de Paula Scheer</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260427</b>	
<b>CAPÍTULO 28</b> .....	<b>270</b>
INFLUÊNCIA DO ETIL-TRINEXAPAC NAS CARACTERÍSTICAS AGRONÔMICAS DO ARROZ DE TERRAS ALTAS IRRIGADO POR ASPERSÃO	
<i>Juliana Trindade Martins</i>	
<i>Orivaldo Arf</i>	
<i>Eduardo Henrique Marcandalli Boleta</i>	
<i>Flávia Constantino Meirelles</i>	
<i>Anne Caroline da Rocha Silva</i>	
<i>Flávia Mendes dos Santos Lourenço</i>	
<b>DOI 10.22533/at.ed.86919260428</b>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR</b> .....	<b>281</b>

## GEOTECNOLOGIAS LIVRES E GRATUITAS NA AVALIAÇÃO DA IMPLANTAÇÃO DE SISTEMA DE DRENAGEM URBANA SUSTENTÁVEL

### **Guilherme Henrique Cavazzana**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Daniel Pache Silva**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Fernanda Pereira Pinto**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Fernando Jorge Corrêa Magalhães Filho**

Universidade Católica Dom Bosco - UCDB  
Campo Grande/MS

### **Vinícius de Oliveira Ribeiro**

Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul -  
UEMS  
Dourados/MS

**RESUMO:** O processo de urbanização desordenada ocorrente em bacias hidrográficas urbanizadas promove o aumento da vazão de escoamento superficial e a redução da taxa de permeabilidade do solo, causando enchentes que afetam diretamente a população; não diferente ao cenário enfrentado pela bacia hidrográfica do córrego Segredo, Campo Grande/MS. Para o conhecimento da dinâmica de uma bacia hidrográfica, as geotecnologias são ferramentas que possibilitam o processamento de um conjunto de dados

espaciais e a modelagem de cenários, utilizando de softwares livres baseados no Sistema de Informações Geográficas (SIG) e imagens gratuitas, possibilitando a caracterização do uso e ocupação do solo e do sistema de drenagem urbana, bem como a delimitação e a caracterização fisiográfica da bacia hidrográfica. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do processo de impermeabilização do solo sobre o escoamento superficial em 4 cenários diferentes de ocupação: (i) sem a ocupação atual, (ii) ocupação atual, (iii) com a aplicação do sistema de drenagem urbana sustentável em 50% dos lotes impermeáveis, e (iv) com a aplicação do sistema de drenagem urbana sustentável em 100% dos lotes impermeáveis; por meio de geotecnologias livres e gratuitas. A partir dos valores de vazão de pico e do volume de escoamento resultantes para cada cenário proposto, concluiu-se a necessidade de planejamento adequado com a implantação de medidas sustentáveis de drenagem urbana visando, principalmente, a redução do volume de escoamento superficial e o aumento da taxa de infiltração.

**PALAVRAS-CHAVE:** Método Racional Modificado; Plano Diretor de Drenagem Urbana; Planejamento e Gerenciamento de Bacia Hidrográfica.

**ABSTRACT:** The disordered urbanization

process occurring in urbanized watersheds promotes the runoff increase and the reduction of the soil permeability rate, causing floods that directly affect the population; not unlike the scenario faced by the Segredo stream watershed, in Campo Grande/MS. For the knowledge of the watershed dynamics, Geotechnologies are tools that allow the processing of a spatial data set and scenario modeling, using free software based on the Geographic Information System (GIS) and free satellite images; making possible the characterization of the soil use and occupation and the urban drainage system, as well as the delimitation and physiographic characterization of the watersheds. Thus, this work had as objective to evaluate the influence of the soil waterproofing process on the runoff in 4 different scenarios of occupation: (i) without current occupation; (ii) current occupation; (iii) with the application of the sustainable urban drainage system in 50% of the impermeable lots; and (iv) with the application of the sustainable urban drainage system in 100% of the impermeable lots; through free and free Geotechnologies. From the peak flow values and the resulting flow volume for each proposed scenario, concluded that there is a need for adequate planning with the implementation of urban drainage sustainable measures aiming, mainly, to reduce the runoff volume and increased infiltration rate.

**KEYWORDS:** Modified Rational Method; Urban Drainage Master Plan; Watershed Planning and Management.

## 1 | INTRODUÇÃO

Em cenário de crescente urbanização e de disponibilidade hídrica limitada, afetada pela poluição das fontes naturais existentes, os recursos hidrológicos têm se tornado assunto principal em debates sobre desenvolvimento sustentável e conservação da vida no planeta. A partir dessa preocupação, ocasionou-se o desenvolvimento de uma sucessão de instrumentos para gestão de recursos hídricos.

No Brasil é definida pela Política Nacional de Recursos Hídricos por meio da Lei nº 9.433 de 08 de janeiro de 1997, a bacia hidrográfica como a unidade de planejamento e de gestão de recursos hídricos, contanto que, toda utilização da água e do solo à montante influencia diretamente nas condições de preservação e do uso dos recursos hidrológicos à jusante (BRASIL, 1997).

A associação do desenvolvimento urbano e da drenagem urbana estão estreitamente ligadas, ambos se afetando mutuamente. O constante avanço urbano provoca alteração no uso e utilização do solo, causando mudanças no sistema de drenagem natural e modificando o ciclo hidrológico local. A supressão vegetal e a impermeabilização de regiões intensificam o volume e a velocidade das águas pluviais que escoam, definindo novos caminhos para o escoamento superficial.

Partindo dessa circunstância, a urbanização sem gestão ou de maneira desordenada frequentemente aumenta as ocorrências de problemas ambientais dos recursos hídricos, como eventos de enchentes e inundações, que afetam o perímetro urbano e a sua população, modificando os padrões de drenagem; caso recorrente na

Bacia Hidrográfica do córrego Segredo em Campo Grande/MS.

Como alternativa de implementação da drenagem urbana surgiu uma concepção que visa a compensação das alterações do crescimento urbano no ciclo hidrológico de maneira sustentável e através de medidas de controle na fonte geradora, assim formalizando o conceito de sistema de drenagem urbana sustentável (SUDS), tornando as bacias hidrográficas unidade básicas de projeto e de planejamento de drenagem de forma integrada, com características socioambiental e de crescimento urbano (BAHIENSE, 2013).

A geociência possibilita utilização de ferramentas de geotecnologias livres: Cartografia, sensoriamento remoto e Sistema de Informação Geográfica (SIG), possibilitando a delimitação, a caracterização e a avaliação de bacias hidrográficas através dos modelos digitais de elevação (MDE) (FARR et al, 2011).

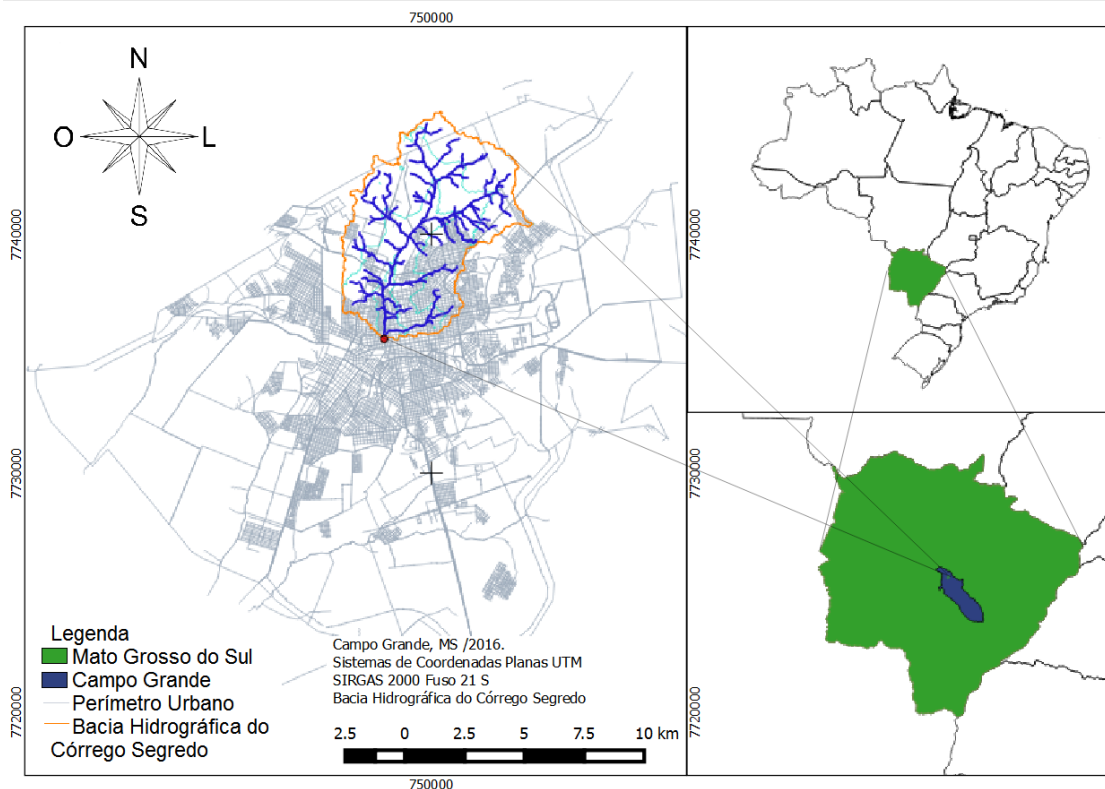
Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a aplicação de SUDS para fins de redução de escoamento superficial da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo do município de Campo Grande/MS, a partir do uso de geotecnologias livres e gratuitas, em 4 cenários distintos de aplicação das alternativas sustentáveis de drenagem urbana.

## 2 | MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Área de Estudo

O estudo foi desenvolvido na área da bacia hidrográfica do córrego Segredo, localiza-se na região norte do município de Campo Grande/MS, no paralelo 20°25'12,47" de latitude Sul e no meridiano 54°36'30,81" de longitude Oeste; caracterizada por elevada densidade populacional (Figura 1).

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é o tropical quente e único (Aw), cujas temperaturas anuais média mínima é de 24°C e 15°C, respectivamente. A hidrografia é da bacia hidrográfica do córrego Segredo é composta pelos córregos Maracajú (canalizado), Cascudo e Segredo; incluindo o Parque Estadual das Nascentes do Segredo (CAMPO GRANDE, 2015).



**Figura 1:** Localização da Bacia Hidrográfica do Córrego Segredo, em Campo Grande/MS.

Segundo a Carta Geotécnica de Campo Grande, (Figura 13), a Bacia Hidrográfica do córrego Segredo está localizada na Unidade Homogênea I, cuja litologia é caracterizada por basalto e arenito intertrapeados da Formação Serra Geral; a pedologia é caracterizada pelo Latossolo vermelho escuro de textura média; pelo Latossolo vermelho escuro de textura argilosa; pelo Latossolo roxo; e pela Terra roxa estruturada porosa. A alteração de rocha ocorre entre 1 e 10m de profundidade, apresentando silte argiloso, com possibilidade de ocorrência de blocos e fragmentos de rochas; apresenta baixa a média susceptibilidade à erosão e permeabilidade do solo; nível d'água variando de 4 a 7 m (CAMPO GRANDE, 1991).

## 2.2 Aquisição de Dados

Neste estudo foi utilizado o MDE (Modelos Digitais de Elevação) da imagem SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission* – Missão Topográfica Radar Shuttle), imageada em julho de 2016 e disponibilizado pela homepage *Earth Explore* (USGS, 2016); bem como a imagem CBERS-4 (Satélite Sino-Brasileiro de Recursos Terrestres), do instrumento imageador PAN10M (multiespectral e pancromática, cujas resoluções espaciais são, respectivamente, de 30 e de 10 metros), representados pelas bandas 3, 4 e 2, órbita-ponto 164/123, imageada em março 2016 e disponibilizada pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE, 2016); as imagens foram reprojatadas para o *Datum* UTM SIRGAS 2000, fuso 21S.

Os dados vetoriais do cadastro das vias, dos alinhamentos prediais, dos limites de lotes foram disponibilizados pela SEMADUR (Secretaria Municipal de Meio Ambiental

e Desenvolvimento Urbano de Campo Grande), os quais foram utilizados como base para a delimitação da área de estudo.

## 2.3 Delimitação da Área de Contribuição

A delimitação automática supervisionada da área de contribuição da bacia hidrográfica do córrego Segredo a partir do MDS foi realizado com o software QGis, versão 2.8.8, utilizando o algoritmo de modelagem hidráulica TauDEM versão 5.1.2, seguindo de 5 etapas de processamento: (i) remoção de depressões (*Pit Remove*); (ii) direção de fluxo (*D8 Flow Directions*); (iii) área de contribuição (*D8 Contributing Area*); (iv) rede de drenagem (*Stream Definition by Threshold*); e (v) delimitação pelo exutório (*Stream Reach and Watershed*) (Figura 2).

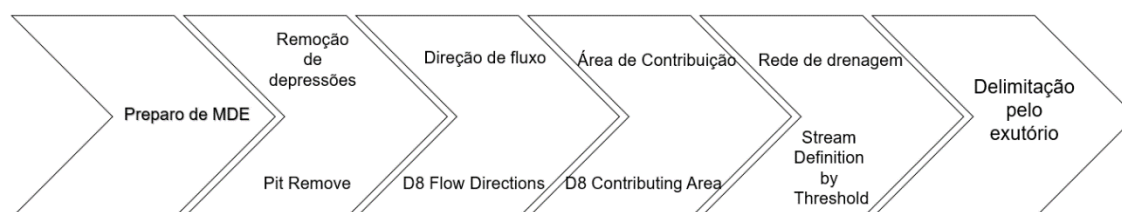


Figura 2: Fluxograma das etapas de delimitação de área de contribuição.

## 2.4 Obtenção das Áreas Impermeáveis e Permeáveis

As áreas impermeáveis e permeáveis foram classificadas segundo o método automático supervisionado orientado ao objeto, utilizando o QGis, versão 2.8.8, a partir da imagem CBERS-4, composição falsa-cor RGB 342, seguindo 3 procedimentos: (i) classificação e poligonização das categorias de impermeabilização do solo; (ii) avaliação e correção dos polígonos classificados inadequadamente; e (iii) elaboração do mapa temático de áreas permeáveis e impermeáveis.

Os critérios para a classificação do uso e ocupação do solo em 2 categoriais, consistiram: (i) áreas impermeáveis: lotes com habitação ou área de vizinhança, classificado como espaços já edificados, áreas concretadas ou pavimentadas; (ii) áreas permeáveis: áreas verdes (gramados, áreas de vegetação natural, reflorestamento, culturas e pastos) ou residências isoladas (área construída inferior a 50% da área total).

## 2.5 Coeficientes de Runoff

O coeficiente de runoff foi obtido através do critério de *Fruhling*, adotado pela Prefeitura de São Paulo, o qual considera as características de zonas e ocupação, segundo a Tabela 1 (WILKEN, 1978). Assim, fez-se necessária a aplicação da equação da média ponderada por área (Equação 1) para a obtenção do coeficiente de runoff para cada um dos 4 cenários de uso e ocupação do solo propostos na realização deste trabalho.

Zonas	C
Edificações muito densas: partes centrais, densamente construídas de uma cidade com ruas e calçadas construídas de uma cidade com ruas e calçadas 0,70 - 0,95 pavimentadas	0,70 - 0,95
Edificações não muito densas: parte adjacente ao centro, de menor densidade de habitantes, mas com ruas e calçadas pavimentadas	0,60 - 0,70
Edificações com poucas superfícies livres: partes residenciais com construções cerradas e ruas pavimentadas	0,50 - 0,60
Edificações com muitas superfícies livres: partes residenciais com ruas macadamizadas ou pavimentadas	0,25 - 0,50
Subúrbios com alguma edificação: partes de arrabaldes e subúrbios com pequena densidade de construção	0,10 - 0,25
Matas, parques e campo de esportes: partes rurais, áreas verdes, superfícies arborizadas, parques ajardinados e campos de esporte sem pavimentação	0,05 - 0,20

**Tabela 1:** Coeficiente de runoff.

Fonte: Wilken, 1978.

$$C = \frac{C1.A1+C2.A2+C3.A3+\dots+Ci.Ai}{A1+A2+A3+\dots+Ai} \quad (1)$$

onde:  $C$  é o coeficiente de runoff ponderado; representa o coeficiente de runoff da  $i$ -ésima área  $Ai$ .

## 2.6 Intensidade da Precipitação

A precipitação máxima pontual foi obtida a partir da curva de intensidade-duração-frequência (IDF) de Campo Grande/MS (Equação 2), proposta pelo Plano Diretor Drenagem Urbana (CAMPO GRANDE, 2015).

$$I = \frac{1973,15 \times Tr^{0,178}}{(t+22)^{0,8577}} \quad (2)$$

onde:  $I$  é a intensidade da precipitação em  $mm.h^{-1}$ ;  $Tr$  ; é o período de retorno em anos; e  $t$  é a duração da chuva em minutos.

Como o Plano Diretor de Drenagem Urbana (PPDrU) recomenda que o período de retorno seja de no mínimo 10 anos (CAMPO GRANDE, 2015), foram avaliadas precipitações de 10, 15, 20 e 25 anos, bem como, seu potencial ocasionador de inundações. Quanto ao período de duração da precipitação, o PPDrU recomenda a utilização de 60 minutos, o qual foi aplicado neste trabalho.

Por sua vez, o tempo de concentração foi determinado a partir da Equação de McCuen, indicado pelo PPDrU, conforme Equação 3.

$$tc = 135.I^{-0,7164} . L^{0,5552} . S^{-0,2070} \quad (3)$$

onde:  $tc$  é o tempo de concentração em minutos;  $I$  é a intensidade de precipitação em  $mm.h^{-1}$ ;  $L$ ; é o comprimento do talvegue em  $km$ ; e  $S$  é a declividade média da bacia hidrográfica em  $m.m^{-1}$ .



## 2.7 Precipitação Excedente

Para o cálculo da precipitação excedente foi utilizado o Método Racional Modificado (Equação 4), o qual possibilita a correção da vazão de pico gerada, durante um evento chuvoso, em função da área de contribuição a partir do coeficiente de retardo ( $\varphi$ ), proposto por Euclides (1987).

$$Qp = \frac{C.I.A}{360} \cdot \varphi \quad (4)$$

onde:  $Qp$  é a vazão de pico em  $m^3 \cdot s^{-1}$ ;  $C$  é o coeficiente de escoamento superficial (*runoff*);  $I$  é a intensidade da chuva em  $mm \cdot h^{-1}$ ;  $A$  é a área da bacia em há; e  $\varphi$  é o coeficiente de retardo (Equação 5).

$$\varphi = 0,278 - 0,00034 \cdot S \quad (5)$$

onde:  $S$  é a área da bacia em  $km^2$ .

## 2.8 Hidrograma

O hidrograma propõe quantificar o escoamento superficial para uma intensidade da precipitação, em função do tempo de duração da precipitação, do tempo de concentração da bacia hidrográfica (CANHOLI, 2015; TOMAZ, 2011). A vazão de pico ( $Qp$ ) foi obtida pelo método racional modificado (Equação 4) e o volume de escoamento superficial através da área do hidrogramas aplicando a Equação 6.

$$Vesc = [tempo\ total + (tempo\ total - tempo\ de\ concentração)] \cdot \frac{Qp}{2} \quad (6)$$

onde:  $Vesc$  é o volume do escoamento superficial em ; e  $Qp$  é a vazão de pico em  $m^3 \cdot s^{-1}$ ; sendo as unidades dos tempos ajustadas para segundos.

## 2.9 Cenários de Uso e Ocupação

A proposição de cenários de uso e ocupação do solo foi realizado com a finalidade de quantificar o escoamento superficial gerado pela situação atual e pelas projeções de aplicação, e não, de sistemas de drenagem urbana sustentáveis, comparando as vazões máximas geradas, a partir de distintas taxas de impermeabilização do solo e de períodos de retorno, e, assim, obtendo os volumes de escoamento superficial de cada cenário.

Foram propostos 4 Cenários de uso e ocupação do solo da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, conforme as descrições:

- Cenário 1: Sem Ocupação. Foi considerada a ocupação sem a urbanização, adotando o coeficiente de escoamento de áreas verdes, rurais e arborizadas, com a finalidade de obter a vazão de pico sem a influência antrópica, a qual representou o objetivo a ser atingido com a implantação dos SUDS.
- Cenário 2: Ocupação Atual. Por considerar o uso e ocupação atual do solo, o resultado de vazão de pico representou o efeito antrópico da urbanização

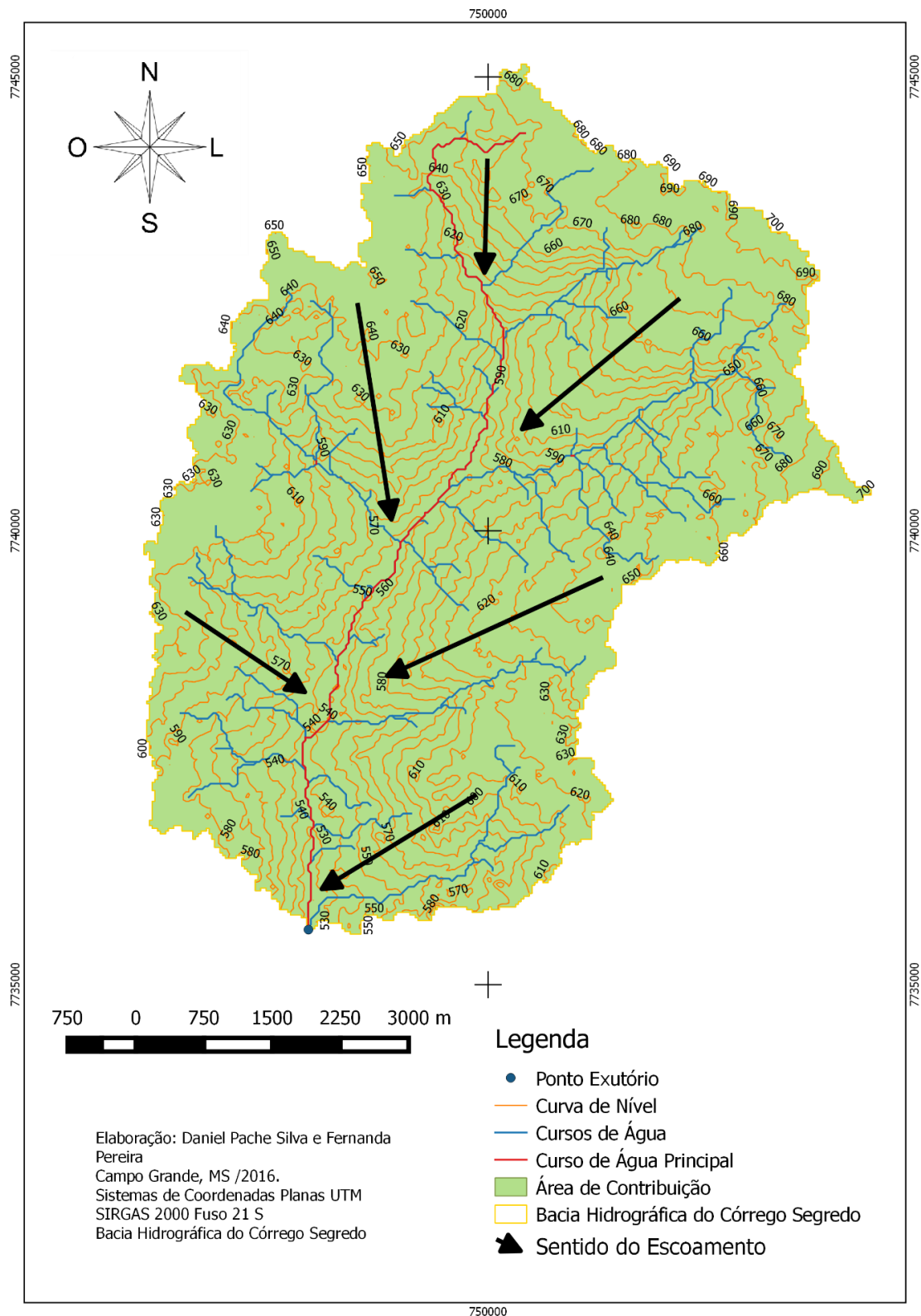
no acréscimo da vazão de pico; sendo quantificadas as áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas, consideração a taxa de permeabilidade mínima dos lotes ocupados de 12,5%, valor estabelecida pela Lei Complementar nº 74/2005 (CAMPO GRANDE, 2005).

- Cenário 3: Sustentável 1 – 50%. Neste cenário foi calculada a vazão de pico que seria gerada caso 50% das áreas impermeáveis fossem submetidas a aplicação de SUDS e a taxa de permeabilidade de uso e ocupação do solo de 12,5%, determinada pela Lei Complementar nº 74/2005; alterando o coeficiente de runoff de edificações muito densas para edificações com muitas superfícies livres, sendo as alternativas sustentáveis propostas: controle de cobertura vegetal, trincheiras de infiltração, pavimentos permeáveis, telhado verde, aproveitamento de águas pluviais e jardins de chuva.
- Cenário 4: Sustentável 2 – 100%. Por fim, considerou que toda a bacia hidrográfica fosse submetida a aplicação de SUDS, segundo os mesmos critérios apresentados no Cenário 3.

## 3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 3.1 Características Fisiográficas

A área total drenada pela bacia hidrográfica é de 45.549km<sup>2</sup>; o comprimento do talvegue é de 12,355km; a diferença entre as cotas altimétricas de montante e de jusante do talvegue é de 150 m; e a declividade média é de 0,00118m.m<sup>-1</sup>. A Figura 3 apresenta a área de contribuição da bacia hidrográfica, as curvas de nível, a hidrografia e os sentidos dos escoamentos superficiais.

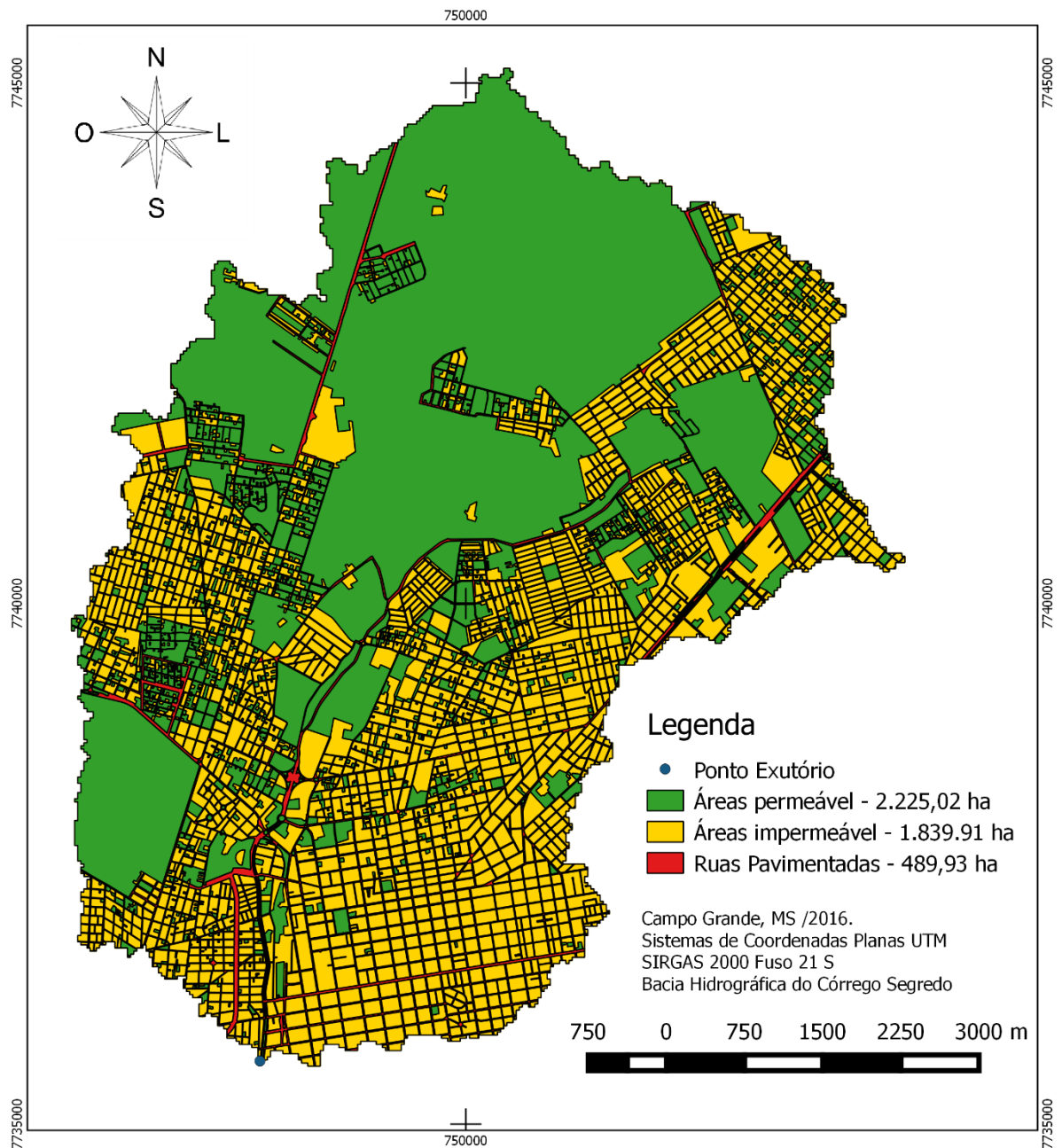


**Figura 3:** Área de contribuição, curvas de nível, hidrografia, talvegue e sentido do escoamento superficial na Bacia Hidrográfica do córrego Segredo.

O MDE da imagem SRTM apresentou melhor resolução espacial ao utilizado pelo PPDrU, pois cada pixel representa 30 metros, aprimorando a representação da fotointerpretação e incluindo uma parcela rural da bacia hidrográfica que não está inclusa no PPDrU.

### 3.2 Áreas Impermeáveis e Permeáveis e Coeficiente de Runoff

A caracterização e a poligonização das áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas, obtidas a partir da utilização de geotecnologias livres e gratuitas são apresentadas, na Figura 4.



**Figura 4:** Caracterização das áreas permeáveis, impermeáveis e pavimentadas.

Pode-se observar que 51,15% da área da bacia hidrográfica encontra-se impermeabilizada devido ao crescimento urbano da região, sendo ocupada por vizinhanças (40,39%) e ruas e estradas pavimentadas (10,76%). Enquanto que as áreas permeáveis representam 48,85% da área total, sendo ocupada com gramado, solo exposto, habitações unifamiliares isoladas, pastagem e culturas.

A imagem CBERS-4 apresentou um comportamento espectral satisfatório para a classificação automática supervisionada orientada ao objeto, sendo possível a

discretização de pavimentos (vias e ruas).

A partir da caracterização do uso e ocupação do solo, foram determinados o coeficiente de runoff para cada cenário de ocupação propostos (Tabela 2), sendo corrigido os coeficientes C para cada período de retorno e, finalmente, aplicando a média ponderada.

Uso e Ocupação	C10	C15	C20	C25
<b>Cenário 1: Sem ocupação</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Média ponderada	0,22	0,23	0,23	0,24
<b>Cenário 2: Ocupação atual</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,24	0,24
Vizinhanças muito densa	0,70	0,73	0,75	0,77
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,49	0,51	0,53	0,54
<b>Cenário 3: Sustentável 1 – 50%</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Vizinhanças com muita superfície livre	0,40	0,43	0,45	0,5
Vizinhanças muito densas	0,70	0,73	0,75	0,77
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,43	0,45	0,47	0,49
<b>Cenário 4: Sustentável 2 – 100%</b>				
Áreas permeáveis	0,22	0,23	0,23	0,24
Vizinhanças com muita superfície livre	0,40	0,43	0,45	0,50
Asfalto	0,95	1,00	1,03	1,05
Média ponderada	0,37	0,39	0,40	0,43
Áreas permeáveis: gramado, solo exposto, habitações unifamiliares isoladas, pastagem e culturas				
C10: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 10 anos				
C15: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 15 anos				
C20: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 20 anos				
C25: Coeficiente de escoamento para o tempo de retorno de 25 anos				

**Tabela 2:** Coeficientes de Escoamentos para diferentes cenários e tempos de retorno.

### 3.3 Quantificação dos Escoamentos Superficiais

A partir da intensidade da precipitação, do coeficiente de runoff e da área de contribuição da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, foi aplicada a fórmula do Método Racional Modificado e obtidas as vazões de pico para cada cenário de ocupação (Tabela 3).

Verificou-se que a variação ocorrida das vazões de pico entre os cenários é consequência do acréscimo da impermeabilização, as quais foram minimizadas com a aplicação dos SUDs. Quanto ao acréscimo da vazão de pico para o mesmo cenário é justificado pelo aumento do período de retorno que, diretamente afeta a intensidade da precipitação e, conseqüentemente, o escoamento superficial.

Cenários	Tempos de Retorno	C	I (mm.h <sup>-1</sup> )	Q (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	Volume (m <sup>3</sup> )
1: Sem ocupação	10	0,22	67,87	49,12	3.271
	15	0,23	72,95	55,19	3.675
	20	0,23	76,78	58,09	3.673
	25	0,24	79,89	63,07	3.988
2: Ocupação atual	10	0,49	67,87	109,64	6.952
	15	0,51	72,95	123,54	7.812
	20	0,53	76,78	134,11	8.481
	25	0,54	79,89	142,24	8.994
3: Sustentável 1 – 50%	10	0,43	67,87	96,41	5.877
	15	0,45	72,95	109,00	6.644
	20	0,47	76,78	117,58	7.167
	25	0,49	79,89	127,9	7.797
4: Sustentável 2 – 100%	10	0,37	67,87	82,88	4.973
	15	0,39	72,95	94,46	5.667
	20	0,40	76,78	102,27	6.136
	25	0,43	79,89	113,57	6.814

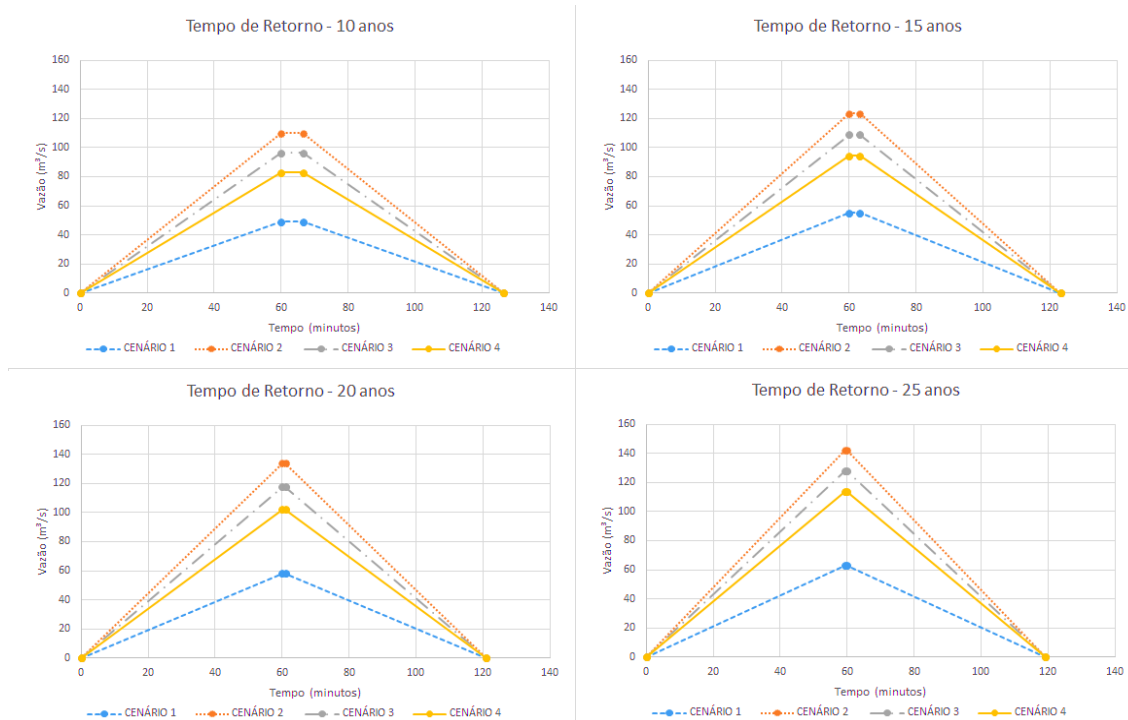
C: Média ponderada dos coeficientes de runoff  
I: Intensidade de precipitação  
Q: Vazão de pico  
Volume: Volume do escoamento superficial

**Tabela 3:** Resultado das Equações e Método Racional Modificado.

A partir da aplicação da fórmula de McCuen, os tempos de concentração resultantes para os períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos são, respectivamente, 66,59, 63,24, 60,94, e 59,25 minutos. Como os tempos de concentração são superiores ao tempo de duração da chuva para os períodos de retorno de 10 e 15 anos, o comportamento do hidrogramas será trapezoidal; enquanto que para os períodos de retorno de 20 e 25 anos que resultaram tempo de concentração próximo ao tempo de duração da chuva, o comportamento do hidrogramas foi triangular.

A Figura 5 apresenta hidrogramas das respostas das vazões de pico para cada cenário de ocupação, em função dos períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos.

O Cenário 1, que representa a condição anterior à urbanização, apresentou os menores valores de vazões de pico e de volume escoado superficialmente, para todos os tempos de concentração em comparação aos demais cenários; justificado pela ausência de áreas impermeabilizadas a qual avançou ao longo dos anos, refletido pelos resultados do Cenário 2 que resultou em vazões de pico e volumes de escoamento superficial superiores em cerca de 215% (Tabela 3).



**Figura 5:** Hidrogramas das vazões de pico de cada cenário de ocupação para os períodos de retorno de 10, 15, 20 e 25 anos.

Já para os Cenários 3 e 4, cujas aplicações dos SUDS propostos seriam, respectivamente, em 50% e 100% da área impermeabilizada, as vazões de pico e os volumes de escoamento superficial foram reduzidas em cerca de 14% e 24%, em comparação ao Cenário 2 (atual). Todavia, em relação ao Cenário 1 (sem urbanização), as vazões de pico são superadas em 182% e 157% em relação aos Cenários Sustentáveis 1 e 2, respectivamente.

Pela caracterização geológica da área de estudo, pode-se afirmar que, além do processo de impermeabilização da bacia hidrográfica, as condições naturais do solo predominantemente argilo-siltoso contribui para o aumento do escoamento superficial, uma vez que apresenta média a baixa permeabilidade em comparação com outros tipos de solos no município de Campo Grande.

### 3.4 Análise e Comparação à outras Bacias Hidrográficas

Autores como Santos e Mamede (2013), Poletto (2011) e Miguez et al. (2012) ressaltam a importância da aplicação das medidas de SUDS por lote, com a finalidade de controlar a vazão de pico e reduzir a dependência de obras de infraestrutura estruturante e de elevados custos ao município.

Santos (2010) realizou um estudo em 9 Bacias Hidrográficas no Estado do Espírito Santo, avaliando diferentes métodos de estimação de vazões de pico, entre eles os Métodos Racional e Racional Modificado. O método Racional Modificado apresentou valores estimados mais próximo aos valores obtidos pelas distribuições probabilísticas (Tabela 8), por considerar o fator de retardamento em relação ao método racional.

Estações Fluviométricas	Bacia Hidrográficas	A (km <sup>2</sup> )	t (min)	Q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> )	q <sub>p</sub> (m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> .km <sup>-2</sup> )
Afonso Cláudio - Montante	Doce	466	55,22	242,11	0,52
Fazenda Lajinha	Itapemirim	436	55,61	347,82	0,80
Guaçuí	Itabapoana	413	64,1	219,98	0,53
Iconha Montante	Rio Novo	148	77,58	246,26	1,66
Matilde	Benevente	210	60,95	163,13	0,78
Mimoso do Sul	Itabapoana	369	67,98	222,67	0,60
Pau D'Alho (rio Novo)	Rio Novo	304	70,56	137,53	0,45
Usina Fortaleza	Itapemirim	223	59,24	185,84	0,83
Valsugana Velha Montante	Reis Magos	82,8	65,97	104,33	1,26

A: Área de contribuição

t: tempo de duração da chuva

Q<sub>p</sub>: vazão de pico

q<sub>p</sub>: vazão de pico unitária

**Tabela 8:** Resultados obtidos por Santos (2010), para Bacias Hidrográficas localizadas no Estado do Espírito Santo.

Comparando os resultados obtidos na Bacia Hidrográfica do córrego Segredo, observou-se que o resultado de vazão de unitária resultante do Cenário 2 (ocupação atual) para o tempo de retorno de 10 anos, é de 2,41 m<sup>3</sup>.s<sup>-1</sup>.km<sup>-2</sup>, valor superior às vazões obtidas por Santos (2010), que podem ser justificadas pelas maiores extensões e, conseqüentemente, maior capacidade de retardo entre a ocorrência do evento pluviométrico e a resposta à vazão de pico.

As metodologias livres e gratuitas, de fácil aquisição pelo poder público e pela comunidade acadêmica, utilizada nesta pesquisa permitiu avaliar os impactos do uso e ocupação do solo na resposta hidrológica da bacia, sendo que tais metodologias podem ser, então, aplicadas para a avaliação, para o dimensionando e para o planejamento e gerenciamento de bacias hidrográficas frente à minimização da ocorrência ou dos danos causados por eventos de enchentes em bacias hidrográficas urbanizadas.

O Método Racional Modificado apresentou facilidades de cálculo, evitando superestimar vazões máximas, causado normalmente pelo Método Racional quando aplicado em bacias hidrográficas com áreas de contribuição superiores à 5km<sup>2</sup>.

Como ressaltado nesse estudo e também por Estrabis e Lima (2014), apenas a aplicação da taxa mínima de 12,5% de área permeável por lote no Município de Campo Grande/MS, segundo a Lei Complementar n° 74/2005, não é suficiente para reduzir o volume de escoamento superficial a ponto de serem evitados os eventos de enchentes.

Segundo Estrabis e Lima (2014), cuja área de estudo consistiu em uma Sub-Bacia de 2,11km<sup>2</sup> do córrego Segredo, resultou em volume de escoamento superficial de cerca de 1.952m<sup>3</sup> e 2.884m<sup>3</sup>, para o cenário de ocupação atual, e período de retorno de 10 e 20 anos, respectivamente. Observou-se que a diferença do volume de escoamento encontrado no presente trabalho resultantes dos Cenários 3 e 4, podem



ser comparados aos volumes de escoamento da Sub-Bacia pesquisada por Estrabis e Lima (2014), em que propôs que a taxa de permeabilidade seja de 30%, evidenciando a eficiência das técnicas de SUDS.

## 4 | CONCLUSÃO

A partir do desenvolvimento desta pesquisa, foi possível concluir:

- O sistema de drenagem da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo não suporta o acréscimo das vazões e dos volumes de escoamento superficial devido ao acelerado processo de urbanização e de adensamento das áreas edificadas e pavimentadas, e à redução das áreas permeáveis.
- A taxa de permeabilidade de 12,5% em cada lote não é suficiente para minimizar a vazão de pico e o volume de escoamento superficial.
- Devido ao nível atual de urbanização, houve a duplicação da vazão de pico em consequência da impermeabilização do solo.
- A implantação de medidas de SUDS é capaz de reduzir em 15% e em 26% a vazão de pico se aplicada, respectivamente, em 50% e 100% das áreas impermeáveis.
- Devido a área impermeabilizada ocupar cerca de 51,15% da área total da bacia hidrográfica, há a tendência da vazão de pico e do volume de escoamento superior elevar, uma vez que o processo de urbanização tenderá a ocorrer, sendo evidente a necessidade de integração de medidas de SUDS na drenagem urbana da Bacia Hidrográfica do córrego Segredo.
- Os métodos e as ferramentas de baixos custos utilizados podem ser replicados em futuros estudos e pesquisas, bem como auxiliar no planejamento e gerenciamento da bacia hidrográfica, ainda, na atualização do PDDrU.
- Por fim, visando o crescimento de forma sustentável de bacias hidrográficas urbanas em função dos fatores hidrológicos, a presente pesquisa confirma a possibilidade de redução da vazão de pico e do volume de escoamento superficial a partir da implantação de SUDS, compensando a ocupação urbana sobre a condição natural, na redução de enchentes urbana.

## REFERÊNCIAS

BAHIENSE, J. M. **Avaliação de Técnicas Compensatórias em Drenagem Urbana Baseadas no Conceito de Desenvolvimento de Baixo Impacto, com o apoio de Modelagem Matemática.** Dissertação (Mestrado), UFRJ/Coppe/Programa de Engenharia Civil. Rio de Janeiro. 135p. 2013.

BRASIL. **Lei nº 9.433 de 08 de Janeiro de 1997.** “Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei 8.001 de 13 de março de 1.990, que modificou a Lei nº 7.990 de 28 de dezembro de 1989. Data da legislação: 08/01/1997 – Publicação DOU: em 09 de janeiro de 1997. 1997.

- CAMPO GRANDE. **Carta Geotécnica**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 1991.
- CAMPO GRANDE. **Lei Complementar Nº 74**. Diário Oficial de Campo Grande, Campo Grande, 1991.
- CAMPO GRANDE. **Plano Diretor de Drenagem Urbana**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 2015.
- CAMPO GRANDE. **SISGRAN – Sistema Municipal de Indicadores de Campo Grande - MS**. Secretaria de Planejamento e Desenvolvimento Urbano – PLANURB, Campo Grande, 2016.
- CANHOLI, A. P. **Drenagem Urbana e Controle de Enchentes**. 2. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 382 p, 2015.
- ESTRABIS, N. V; LIMA, R. C. da S. **Análise do Escoamento Superficial em uma Sub-bacia do Córrego Segredo em Campo Grande/MS**. Curso de Engenharia Sanitária e Ambiental. Campo Grande: Universidade Católica Dom Bosco, 2014.
- EUCLYDES, H. P. **Atenuação de Cheias: metodologia e projeto**. In: Saneamento Agrícola, Belo Horizonte: Rural Minas, 320 p, 1987.
- FARR, T. G.; ROSEN, P. A.; CARO, E.; CRIPPEN, R.; DUREN, R.; HENSLEY, S.; KOBRICK, M.; PALLER, M.; RODRIGUEZ, E.; ROTH, L.; SEAL, D.; SHAFFER, S.; SHIMADA, J.; UMLAND, J.; WERNER, M.; OSKIN, M.; BURBANK, D.; ALSDORF, D. **The Shuttle Radar Topography Mission**. Revista Geophys, n. 45. RG2004, doi:10.1029/2005RG000183. 33 p. 2011.
- INPE – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais. **Catálogo de Imagens CBERS**. Disponível em: <<http://www.dgi.inpe.br/CDSR/>>. Acesso em: 30 de março de 2016.
- MIGUEZ, M. G., VERÓL, A. P., CARNEIRO, P. R. F. **Sustainable Drainage Systems: An Integrated Approach, Combining Hydraulic Engineering Design, Urban Land Control and River Revitalisation Aspects**. In: Drainage Systems (JAVOID, M. S., Ed.). Rijeka: InTech, 36p, 2016.
- POLETO, C. **SUDS (SUSTAINABLE URBAN DRAINAGE SYSTEMS): UMA CONTEXTUALIZAÇÃO HISTÓRICA**. Revista Thema, v. 8, p. 1-12, 2011.
- SANTOS, L. B; MAMEDE, B. B. **Automação em drenagem pluvial e controle de enchentes: Aproveitamento das águas nos grandes centros urbanos**. Anap. Tupã, v 9, N 2, p 457-475, 2013.
- SANTOS, L. C. C. **Estimativa de vazões máximas de projeto por métodos determinísticos e probabilísticos**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória. 172p, 2010.
- TOMAZ, P. **Cálculos Hidrológicos e Hidráulicos para Obras Municipais**. 2. ed. São Paulo: Navegar Editora, 2011.
- USGS - UNITED SERVICE GEOLOGICAL SURVEY. **SRTM Image**. Disponível em: <<https://earthexplorer.usgs.gov/>>. Acesso em: 30 março de 2016.
- WILKEN, P.S. **Engenharia de drenagem superficial**. São Paulo, CETESB. 477p, 1978.

## **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 978-85-7247-286-9

