

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias

Henrique Ajuz Holzmann
João Dallamuta
Ricardo Vinicius Bubna Biscaia
(Organizadores)

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Chefe: Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Lorena Prestes
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição 4.0 Internacional (CC BY 4.0).

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

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Profª Drª Adriana Demite Stephani – Universidade Federal do Tocantins
Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Alexandre Jose Schumacher – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Gasparetto Júnior – Instituto Federal do Sudeste de Minas Gerais
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Edvaldo Antunes de Faria – Universidade Estácio de Sá
Prof. Dr. Eloi Martins Senhora – Universidade Federal de Roraima
Prof. Dr. Fabiano Tadeu Grazioli – Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Profª Drª Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Profª Drª Keyla Christina Almeida Portela – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Mato Grosso
Profª Drª Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Marcelo Pereira da Silva – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Miranilde Oliveira Neves – Instituto de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Profª Drª Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Rita de Cássia da Silva Oliveira – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Sandra Regina Gardacho Pietrobon – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Profª Drª Sheila Marta Carregosa Rocha – Universidade do Estado da Bahia
Prof. Dr. Rui Maia Diamantino – Universidade Salvador
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás
Profª Drª Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Profª Drª Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Profª Drª Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
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. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Edson da Silva – Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri
Profª Drª Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Profª Drª Magnólia de Araújo Campos – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federaci do Rio Grande do Norte
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Alexandre Leite dos Santos Silva – Universidade Federal do Piauí
Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
E82	<p>Estudos (inter) multidisciplinares nas ciências exatas e tecnologias [recurso eletrônico] / Organizadores Henrique Ajuz Holzmann, João Dallamuta, Ricardo Vinicius Bubna Biscaia. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019.</p> <p>Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader. Modo de acesso: World Wide Web. Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-798-7 DOI 10.22533/at.ed.987192611</p> <p>1. Ciências exatas – Pesquisa – Brasil. 2. Tecnologia. I. Holzmann, Henrique Ajuz. II. Dallamuta, João. III. Biscaia, Ricardo Vinicius Bubna.</p> <p style="text-align: right;">CDD 509</p>
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

Neste livro são apresentados vários trabalhos, alguns com resultados práticos, outros com métodos de desenvolvimento para o ensino de tecnologias, bem como um enfoque em energias renovais.

Um compendio de temas e abordagens que constituem a base de conhecimento de profissionais que buscam estar atualizados e alinhados com as novas tecnologias .

A obra Estudos (Inter) Multidisciplinares nas Ciências Exatas e Tecnologias aborda os mais diversos assuntos sobre a aplicação de métodos e ferramentas nas diversas áreas das engenharias a fim de melhorar a relação ensino aprendizado, sendo por meio de levantamentos teórico-práticos de dados referentes aos cursos ou através de propostas de melhoria nestas relações.

Outro ponto de grande destaque, são as novas ferramentas utilizadas em um compendio relacionado ao ensino-aprendizagem, como ferramentas tecnológicas que facilitem o entendimento e executem um link entre aluno-professor-conteúdo.

Desta forma temas e abordagens que facilitam as relações entre ensino-aprendizado são apresentados, a fim de se levantar dados e propostas para novas discussões em relação ao ensino nas engenharias, de maneira atual e com a aplicação das tecnologias hoje disponíveis.

Boa leitura

Henrique Ajuz Holzmann

João Dallamuta

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
A TECNOLOGIA E AS MUDANÇAS NO MERCADO DE TRABALHO	
Eduardo Bruno de Almeida Donato Amanda Moura Camilo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926111	
CAPÍTULO 2	9
CIBERCULTURA: ESPAÇO DE APRENDIZAGEM COLABORATIVA À LUZ DA TEORIA ATOR-REDE	
Diane Schlieck Martha Kaschny Borges	
DOI 10.22533/at.ed.9871926112	
CAPÍTULO 3	22
AUTORREGULAÇÃO DA APRENDIZAGEM: DESAFIOS E PERSPECTIVAS NA EDUCAÇÃO A DISTÂNCIA	
Milena Beatriz Silva Loubach Pollylian Assis Madeira Marcos Antônio Pereira Coelho Lucas Borcard Cancela	
DOI 10.22533/at.ed.9871926113	
CAPÍTULO 4	30
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE AS METODOLOGIAS DE ENSINO PEER INSTRUCTION E LECTURING	
Felipe Barbosa Araújo Ramos Antonio Alexandre Moura Costa Ademar França de Sousa Neto Luiz Antonio Pereira Silva Dalton Cézane Gomes Valadares Andressa Bezerra Ferreira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926114	
CAPÍTULO 5	44
SISTEMA DE RECOMENDAÇÃO DE RECURSOS EDUCACIONAIS DIGITAIS, TENDO EM CONTA A DIVERSIDADE DOS ESTUDANTES	
Valentina Tabares Morales Néstor Darío Duque Méndez Yorely Bryjeth Ceballos Marta Rosecler Bez Silvana Vanesa Aciar	
DOI 10.22533/at.ed.9871926115	
CAPÍTULO 6	60
DIVULGAÇÃO CIENTÍFICA E ASTRONOMIA AMADORA NA ERA DA CONVERGÊNCIA DE MÍDIAS DIGITAIS: UMA ABORDAGEM DA EXPERIÊNCIA DO USUÁRIO	
Victor Alexandre Ferreira Luiz Agner	
DOI 10.22533/at.ed.9871926116	

CAPÍTULO 7	74
FÍSICA DA ALFACE: A PROMOÇÃO DA INTERDISCIPLINARIDADE ENTRE FÍSICA, INFORMÁTICA E FRUTICULTURA	
Lázaro Luis de Lima Sousa Sammya Kele Macena de Freitas Subênia Karine de Medeiros Neo	
DOI 10.22533/at.ed.9871926117	
CAPÍTULO 8	86
DOMÍNIOS DA TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO E COMUNICAÇÃO NA PROMOÇÃO E ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE	
Diego Armando de Oliveira Meneses Adicinéia Aparecida de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.9871926118	
CAPÍTULO 9	102
RASPBERRY PI COMO COMPUTADOR PARA USO ACADÊMICO NO IFRO <i>CAMPUS</i> PORTO VELHO ZONA NORTE	
Jhordano Malacarne Bravim Gabriel Augusto Fernandes Gonçalves Júlio Viana Filho Juliana Braz da Costa Ricardo Lopes Viera César	
DOI 10.22533/at.ed.9871926119	
CAPÍTULO 10	115
A PRIVACIDADE EM UM CENÁRIO <i>PANSENSITÍVEL</i> DE INTERNET DAS COISAS & CIDADES INTELIGENTES	
André Barbosa Ramiro Costa Maria Amália Oliveira de Arruda Câmara	
DOI 10.22533/at.ed.98719261110	
CAPÍTULO 11	129
ROBÔ AUTÔNOMO SEGUIDOR DE LINHA PARA AUXÍLIO RESIDENCIAL	
Gabriel Paiva Magalhães Wesley Miguel Dos Santos Peixoto	
DOI 10.22533/at.ed.98719261111	
CAPÍTULO 12	138
ALGORITMOS DE MACHINE LEARNING APLICADOS NA IDENTIFICAÇÃO DE GÊNERO POR MEIO DE FREQUÊNCIA DE VOZ	
Maicon Facco Daíse dos Santos Vargas Marcos Antônio de Azevedo de Campos Cleber Bisognin	
DOI 10.22533/at.ed.98719261112	
CAPÍTULO 13	151
O QUE PODEM OS ALGORITMOS?	
Gabrielle Granadeiro da Silveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261113	

CAPÍTULO 14 163

RECUPERAÇÃO DO ESTANHO PRESENTE EM PLACAS DE CIRCUITO IMPRESSO (PCI'S)
VISANDO À PRESERVAÇÃO DOS RECURSOS NATURAIS

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

DOI 10.22533/at.ed.98719261114

CAPÍTULO 15 175

INVESTIGAÇÃO DE MATERIAIS A BASE DE GRAFENO E HIDROTALCITA APLICADOS COMO
ADSORVENTES PARA REMOÇÃO BIFUNCIONAL DE MICROPOLUENTES EM ÁGUA

Eliane Kujat Fischer
Cintia Hisano
Rafael Aparecido Ciola Amoresi
Maria Aparecida Zaghete Bertochi
Rony Gonçalves Oliveira
Alberto Adriano Cavalheiro

DOI 10.22533/at.ed.98719261115

CAPÍTULO 16 188

A VOLTA MAIS RÁPIDA PARA OBTER REDUÇÃO DE CUSTO NA CONSTRUÇÃO CIVIL
CONSIDERANDO O CICLO DE VIDA DA EDIFICAÇÃO

Ivan Luiz Portugal Basile
Eduardo Ioshimoto
André Luiz Gonçalves Scabbia

DOI 10.22533/at.ed.98719261116

CAPÍTULO 17 204

DESENVOLVIMENTO E VIDA ÚTIL DE FARINHA A PARTIR DOS RESÍDUOS GERADOS NO
PROCESSAMENTO DE MÍNIMO DE CENOURA

Rosa Maria de Deus de Sousa
Celso Luiz Moretti
Cristina Maria Monteiro Machado
Leonora Mansur Mattos

DOI 10.22533/at.ed.98719261117

CAPÍTULO 18 217

VALIDAÇÃO DA TÉCNICA DE MODELAGEM COMPUTACIONAL PARAMÉTRICA BIDIMENSIONAL
SOB CAMPO DE VENTO UNIFORME

Marcelo Marques
Fernando Oliveira de Andrade
Elaine Patrícia Arantes
Isabela Arantes Ferreira
Tobias Bleninger
Alexandre Kolodynskie Guetter

DOI 10.22533/at.ed.98719261118

CAPÍTULO 19	228
ANÁLISE MULTITEMPORAL DA MALHA VIÁRIA DO ESTADO DA PARAÍBA COM A UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS E PROCEDIMENTOS DA CARTOGRAFIA DIGITAL E DO SENSORIAMENTO REMOTO	
Edmilson Roque da Silva Junior	
Emanoel Ferreira Cardoso	
Gilanildo Freires de Almeida	
Marcelo Laédson Morato Ferreira	
Renan Willer Pinto de Sousa	
DOI 10.22533/at.ed.98719261119	
CAPÍTULO 20	238
MAPEAMENTO LITO-ESTRUTURAL DA REGIÃO DE GURJÃO-PB	
Thayná Bel Pereira Guimarães	
Natanael Felipe Lorenzi de Oliveira	
DOI 10.22533/at.ed.98719261120	
CAPÍTULO 21	245
STUDY OF LIGHTNING BIFURCATION AND EFFECT ON RADIATION	
Fernando Júnio de Miranda	
DOI 10.22533/at.ed.98719261121	
CAPÍTULO 22	255
ESTIMATIVAS DO PODER EVAPORANTE DO AR PARA OS MUNICÍPIOS DE NOVO REPARTIMENTO E SANTANA DO ARAGUAIA NO ESTADO DO PARÁ	
Jocilene Teixeira do Nascimento	
Maria do Bom Conselho Lacerda Medeiros	
Valdeides Marques Lima	
Luane Laíse Oliveira Ribeiro	
Paulo Jorge de Oliveira Ponte de Souza	
Joaquim Alves de Lima Júnior	
Fabio Peixoto Duarte	
Helane Cristina Aguiar Santos	
Wellington Leal dos Santos	
Bianca Cavalcante da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.98719261122	
CAPÍTULO 23	266
UTILIZAÇÃO DO MODELO TOPMODEL PARA ANÁLISE TEMPORAL DO SISTEMA CHUVA-VAZÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL	
Ciro Couto Bento	
Cristiano Christofaro Matosinhos	
Welberth Pereira Dias	
Thiago Martins da Costa	
Hernando Baggio	
DOI 10.22533/at.ed.98719261123	
CAPÍTULO 24	279
STRENGTH PREDICTION OF ADHESIVELY-BONDED JOINTS WITH COHESIVE LAWS ESTIMATED BY THE DIRECT METHOD	
Ulisses Tiago Ferreira Carvalho	
Raul Duarte Salgueiral Gomes Campilho	
DOI 10.22533/at.ed.98719261124	

CAPÍTULO 25 292

PRINCIPAIS MATERIAIS E TÉCNICAS UTILIZADOS NA OXIDAÇÃO DE ÁLCOOL PARA USO EM CÉLULAS A COMBUSTÍVEL: UMA REVISÃO

Isaide de Araujo Rodrigues
Ziel Dos Santos Cardoso
Deracilde Santana da Silva Viégas
Vinicius Tribuzi Rodrigues Pinheiro Gomes

DOI 10.22533/at.ed.98719261125

CAPÍTULO 26 305

USO DE LISTAS DINÂMICAS EM APLICATIVO MÓVEL PARA INTERPOLAÇÃO DE DADOS DE TEMPERATURA DO AR, VISANDO O CONFORTO TÉRMICO

Arlson José de Oliveira Júnior
Silvia Regina Lucas de Souza
Guilherme dos Santos Sousa
William Duarte Bailo
Daniel de Oliveira

DOI 10.22533/at.ed.98719261126

SOBRE OS ORGANIZADORES..... 315

ÍNDICE REMISSIVO 316

UTILIZAÇÃO DO MODELO TOPMODEL PARA ANÁLISE TEMPORAL DO SISTEMA CHUVA-VAZÃO NA BACIA DO RIO SÃO MIGUEL

Ciro Couto Bento

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Diamantina –MG

Cristiano Christofaro Matosinhos

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Diamantina –MG

Welberth Pereira Dias

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Diamantina –MG

Thiago Martins da Costa

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Diamantina –MG

Hernando Baggio

Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha
e Mucuri
Diamantina –MG

RESUMO: Modelos hidrológicos de chuva-vazão podem contribuir para a tomada de decisão em bacias hidrográficas, permitindo a estimativa de dados de vazão dos cursos d'água a partir de dados de chuva. A bacia do Rio São Miguel, localizada no sudoeste de Minas Gerais contém uma das nascentes do Rio São Francisco, um dos principais cursos d'água do país. O trabalho objetiva calibrar e

validar relação chuva-vazão na bacia do Rio São Miguel a partir do modelo TOPMODEL, em três períodos distintos: entre janeiro de 1988 e março de 2016 (Simulação A); o entre janeiro de 1988 e março de 2009 (Simulação B); entre março de 2009 e março de 2016 (Simulação C). O coeficiente de Nash-Sutcliffe (NS) foi utilizado para avaliar a eficiência das simulações. O NS da etapa de calibração apresentou valores de 0,62, 0,64 e 0,59 e, na validação, valores de 0,57, 0,65 e 0,072, nas simulações A, B, C, respectivamente. Os resultados gerados indicaram haver uma alteração na dinâmica hidrológica da região, entre 2009 e 2016 (simulação C). A análise de sensibilidade do modelo mostrou que os parâmetros com maior alteração no comportamento ao longo do tempo foram: capacidade máxima de armazenamento de água na zona das raízes (S_{rmax}); decaimento exponencial da transmissividade subterrânea da água com a profundidade (m); velocidade do fluxo de água superficial dentro da bacia (vr). Os resultados indicam que o TOPMODEL apresenta grande potencial para avaliação de potenciais efeitos de interferências antrópicas na bacia estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Modelagem Ambiental, Bacia do Rio São Francisco, Processos hidrodinâmicos

USING THE TOPMODEL MODEL FOR TEMPORAL ANALYSIS OF THE RAINFALL-FLOW SYSTEM IN THE SÃO MIGUEL RIVER BASIN

ABSTRACT: Abstract: Hydrological rainfall-flow models can contribute to river basin decision making, allowing the estimation of watercourse flow data from rainfall data. The São Miguel River basin, located in the southwest of Minas Gerais, contains one of the springs of the São Francisco River, one of the country's main rivers. The aim of this study is to calibrate and validate rain-flow relationship in the São Miguel River basin using the TOPMODEL model, in three distinct periods: between January 1988 and March 2016 (Simulation A); between January 1988 and March 2009 (Simulation B); between March 2009 and March 2016 (Simulation C). The Nash-Sutcliffe (NS) coefficient was used to evaluate the efficiency of simulations. The NS of the calibration step presented values of 0.62, 0.64 and 0.59 and, in validation, values of 0.57, 0.65 and 0.072, in simulations A, B, C, respectively. The results generated indicated a change in the hydrological dynamics of the region between 2009 and 2016 (simulation C). Sensitivity analysis of the model showed that the parameters with the greatest change in behavior over time were: the root zone available water capacity (S_{rmax}); the soil hydraulic conductivity decay parameter (m); velocity of surface water flow (v_r). The results indicate that TOPMODEL has great potential to evaluate the potential effects of anthropic interference in the basin studied

KEYWORDS: Environmental Modeling; São Francisco River Basin; Hydrodynamic Processes.

1 | INTRODUÇÃO

A água vem assumindo um papel de recurso natural primordial para o desenvolvimento da vida humana. Contudo, o uso desse recurso sem planejamento pode gerar diversos problemas, principalmente em regiões de escassez ou em áreas fortemente impactadas pela atividade humana (LIBÂNIO, 2010). Assim, é imperativo o entendimento dos diversos fenômenos físicos ambientais envolvidos no regime de água.

A modelagem numérica computacional tem sido uma importante ferramenta para representar os processos hidrodinâmicos, permitindo avaliar e prever comportamentos de bacias hidrográficas. Sua utilização garante uma maior eficácia e economia monetária nos estudos dos potenciais impactos ambientais associados às mudanças climáticas ou alterações decorrentes do uso da terra (HOLLANDA et al., 2015; IGLESIAS et al., 2018).

Neste cenário, trabalhos de modelagem da relação chuva-vazão em bacias hidrográficas apresentam grande relevância, auxiliando o estudo e mapeamento do procedimento da água dentro das bacias hidrográficas. O monitoramento da chuva, apesar de suas dificuldades, apresenta menor complexidade do que o monitoramento da vazão e, conseqüentemente, apresenta uma distribuição espacial mais ampla,

incluindo a utilização de satélites que cobrem grande parte do planeta (LIANG; LI; WANG, 2012; YONG BIN et al., 2010). Assim, os modelos hidrológicos de chuva-vazão podem contribuir para a tomada de decisão em bacias onde há limitação de dados, permitindo a extrapolação das informações no espaço e no tempo, sobretudo para cenários futuros (BEVEN, 2011).

O Rio São Francisco é um dos mais importantes cursos de água natural do Brasil, tendo suas águas utilizadas para diversas atividades antrópicas, bem como para preservação da natureza. Neste contexto, o Rio São Miguel apresenta grande relevância por ser uma das nascentes do Rio São Francisco, e uma importante fonte de abastecimento de municípios da região. Um dos modelos desenvolvidos mais utilizado pela comunidade técnica e científica é o modelo TOPMODEL (Topography Based Hydrological Model) (BEVEN; KIRKBY, 1979), que tem como característica básica a utilização da topografia no processo de simulação dos escoamentos de água a partir dos eventos de chuva. Os atrativos na aplicação do TOPMODEL incluem a simplicidade do modelo, que exige poucos dados e parâmetros de entrada no processo de simulação, além de estrutura desenvolvida a partir de parâmetros que correspondam à representação espacial e interpretação física dos processos hidrológicos (BEVEN; KIRKBY, 1979).

Esse trabalho objetiva avaliar a aplicabilidade do modelo hidrológico TOPMODEL na bacia do Rio São Miguel e comparar o desempenho do modelo em períodos distintos, a fim de avaliar seu potencial de detecção de alterações no regime chuva-vazão da bacia.

2 | 2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

A bacia do rio São Miguel está localizada na porção sudoeste do estado de Minas Gerais, na região do Alto São Francisco. Compreende parte do território dos municípios de Pains e Arcos, e ainda pequenas áreas dos municípios de Formiga, Iguatama e Córrego Fundo (Figura 1).

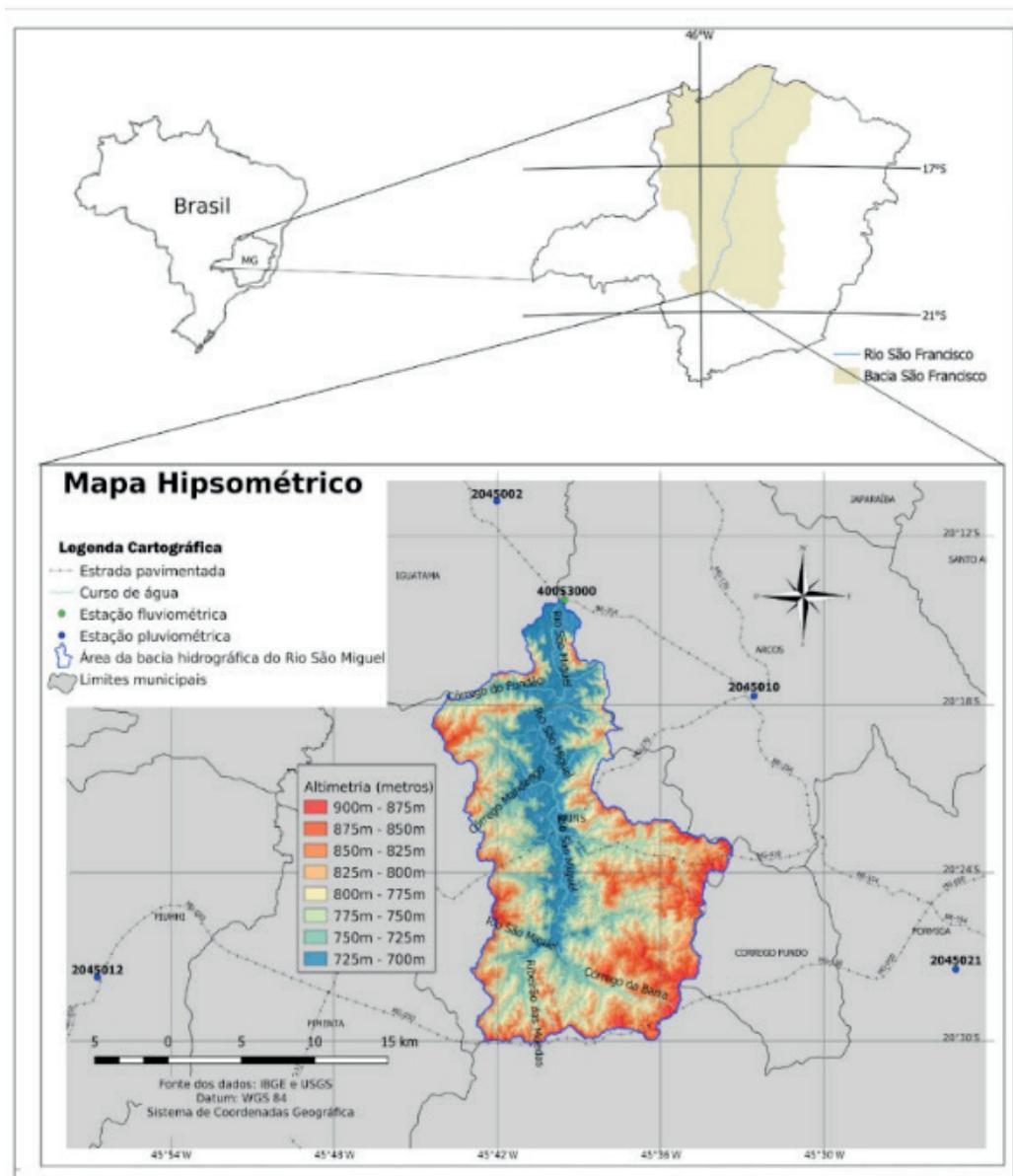


Figura 1: Hipsometria da bacia estudada com localização geral da área de estudo e estações de medições, fluviométricas e pluviométricas.

A área de estudo encontra-se inserida na alta vertente da bacia hidrográfica do Rio São Francisco, compreendida entre os paralelos $20^{\circ}10'$ e $20^{\circ}29'$ de latitude sul, e os meridianos de $45^{\circ}30'$ e $45^{\circ}45'$ de longitude oeste. Abrange uma área de drenagem de aproximadamente 525 km^2 e possui um canal fluvial de aproximadamente 50 km de extensão. A direção do curso d'água se desenvolve no sentido aproximado de sul para norte tendo como principais contribuintes o Córrego da Barra; Córrego Mandengo; Córrego do fundo; Ribeirão das Moedas (figura 1).

O tipo climático da região no sistema de classificação de Köppen-Geiger é o Cwa, clima temperado brando com verão quente e úmido e inverno seco (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002). A temperatura média anual é de $22,2^{\circ}\text{C}$, sendo julho o mês mais frio, com temperatura média de $18,2^{\circ}\text{C}$ e mínimas que podem chegar a 9°C , e fevereiro o mais quente, com a média de $24,5^{\circ}\text{C}$ e máximas que podem superar 30°C . A precipitação acumulada média anual é de 1434 mm, Instituto Nacional de

Meteorologia (INMET, 2010) (Figura 2).

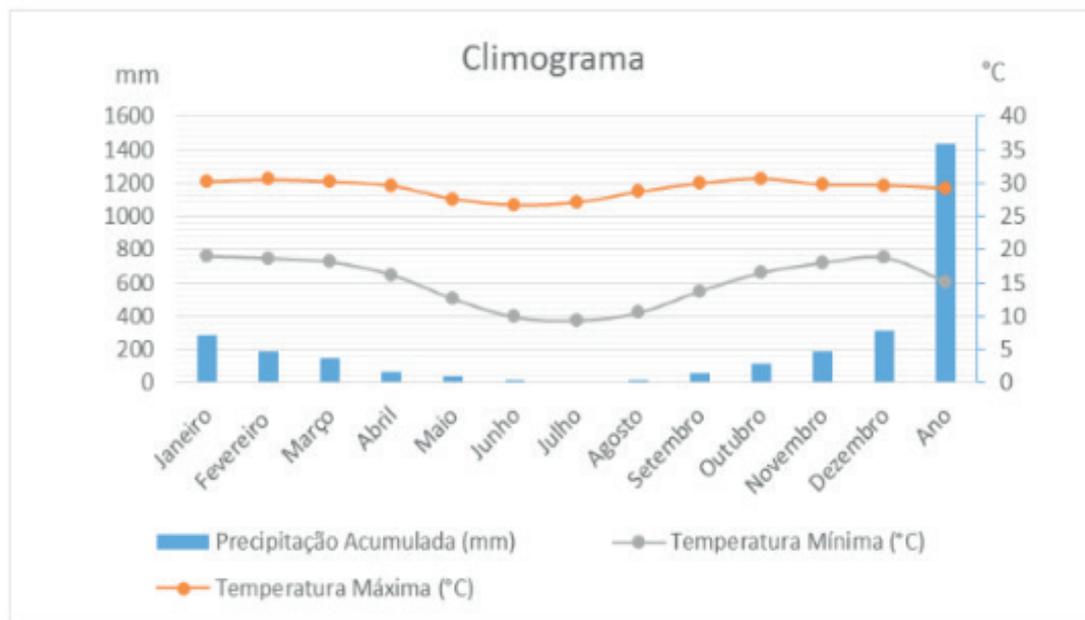


Figura 2: Climograma, apresentados as temperaturas e a pluviosidade. Fonte: Dados do INMET de 1981 a 2010 coletado nas estações Bambuí e Bom Despacho

2.2 Contexto geológico e geomorfológico

Do ponto de vista geotectônico, a área em estudo encontra-se no extremo sudoeste do Cráton São Francisco. As litologias presentes na bacia são as rochas do Complexo Granito-Gnáissico arqueano e calcário e margas do Grupo Bambuí neoproterozóico além de sedimentos cenozoicos principalmente de origem fluvial (RIBEIRO et al., 2008) (Figura 3).

Na maior parte da bacia do Rio São Miguel (cerca de 80%), predomina-se um relevo cárstico, definido pela dissolução de rochas carbonáticas do Grupo Bambuí (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002). Apenas o extremo leste da área é dominado pelo embasamento cristalino. A paisagem cárstica se destaca pelas feições morfológicas desenvolvidas sobre as rochas carbonáticas como paredões, torres, mesetas, verrugas, lapiás, dolinas, uvalas, poliés, vales cegos, drenagem subterrânea, sumidouros, ressurgências abismos e cavernas. Assim sendo as águas superficiais distribuem-se por uma rede hidrográfica tipicamente pouco densa, sendo favorecida pela infiltração direta nas fissuras dos calcários e nas feições de absorção cársticas (sumidouros, simas, dentre outros.) (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002).

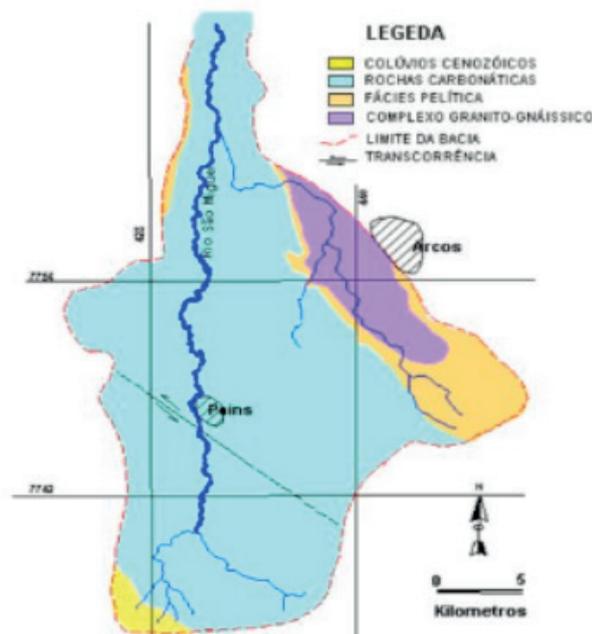


Figura 3: Mapa geológico da Bacia do Rio São Miguel. (MENEGASSE; GONÇALVES; FANTINEL, 2002).

2.3 Etapas da simulação

O trabalho foi desenvolvido em duas etapas distintas: levantamento e preparação dos dados de entrada, e processo de simulação propriamente dito.

2.3.1 Preparação dos dados de entrada

Para aplicação do TOPMODEL são requeridas, como dados de entrada: Índice Topográfico (Topographic Index -TI), precipitação acumulada, evapotranspiração e vazão observada.

Os dados de precipitação acumulada e vazão do Rio São Miguel foram obtidos junto à Agência Nacional das Águas (ANA, 2018). Sendo utilizados os dados de uma estação fluviométrica (40053000) e de quatro estações pluviométricas (2045002, 2045010, 2045012, 2045021) (

Figura 1). A precipitação da bacia foi estimada a partir da média ponderada das estações pluviométricas pelo método do Polígono de Voronoi.

A evapotranspiração foi calculada pelo método de Priestley-Taylor (PRIESTLEY; TAYLOR, 1972), sendo utilizados dados de temperatura mínimas e máximas; velocidade média do vento e evaporação média, disponíveis em estações meteorológicas do INMET (2018) localizadas em Bom Despacho (83533) e Bambuí (83582). As médias ponderadas dos dados das duas estações foram calculadas a partir do Polígono de Voronoi. Os dados de precipitação e evapotranspiração do período estudado são apresentados na Figura 4.

O TI é o dado de entrada que reproduz a influência das características topografias de uma área em um sistema hidrogeológico. Um modelo digital de elevação (DEM)

da bacia do Rio São Miguel, gerado a partir de imagens ASTER, com resolução de 30 metros, United States Geological Survey (USGS, 2018), foi utilizado para calcular o índice topográfico.

O índice relaciona a inclinação da declividade topográfica com a área de contribuição segundo a equação:

$$TI = \ln(\alpha/\tan(\beta))$$

Sendo α é a área de drenagem à montante de um certo ponto do DEM e β a declividade do determinado local (MENDICINO; SOLE, 1997; SILVA; KOBIYAMA, 2007) by means of the hydrological behaviour of an experimental basin in southern Italy. For a significant number of flood events recorded at the basin outlet, the performance of TOPMODEL for different spatial distributions of the topographic index, $\ln(\alpha/\tan \beta$. Assim, quanto maior o valor para TI, maior o potencial de armazenar água no ponto em questão da bacia.

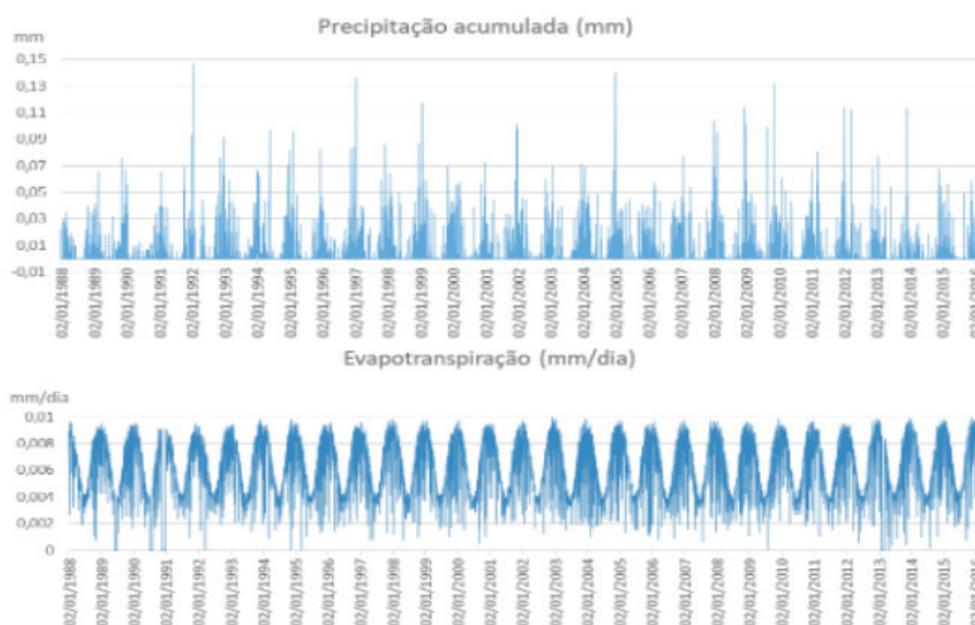


Figura 4: Dados de precipitação acumulada, evapotranspiração e vazão, entre o período de 02 de janeiro de 1988 e 31 de março de 2016 na região da bacia do rio São Miguel.

2.3.2 Simulação

A simulação foi executada em dois estágios: calibração e validação. Com o intuito de estudar eventuais anomalias de mudanças de padrões na simulação, foram realizadas três simulações do sistema chuva-vazão considerando períodos distintos. A primeira simulação (A) utilizou todos os dados obtidos, abrangendo o período entre o dia 02 de janeiro de 1988 até o dia 31 de março de 2016. A segunda simulação (B) utilizou dos dados iniciais, entre o dia 02 de janeiro de 1988 e o dia 01 de março de 2009. A terceira simulação (C) utilizou dados entre os dias 01 de março de 2009 e 31 de março de 2016. Cada simulação utilizou a primeira metade dos dados de entrada do período para a calibração e a segunda metade para a validação.

O coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe (NS) foi utilizado para avaliar a

eficiência do modelo, sendo calculado a partir da equação:

$$NS = 1 - NS = 1 - \frac{\sum(Q_{obs} - Q_{mod})^2}{\sum(Q_{obs} - \bar{Q})^2}$$

Sendo Q_{obs} a vazão observada; Q_{mod} a vazão simulada pelo modelo; \bar{Q} é a média das vazões observadas no período da simulação.

O coeficiente de eficiência de Nash-Sutcliffe pode variar de $-\infty$ a 1, com o resultado 1 representando a modelagem perfeita. Considera-se o intervalo de valores de NS entre 0,7 a 0,8 como um bom ajuste (KRYSANOVA; MÜLLER-WOHLFEIL; BECKER, 1998).

A calibração foi feita a partir da associação de análise de Monte Carlo e análise de sensibilidade (VON SPERLING, 2014). O modelo TOPMODEL considera nove parâmetros de entrada para serem calibrados: Condutividade hidráulica na superfície do solo (K_0); capacidade máxima de armazenamento de água na zona das raízes (S_{rmax}); capacidade inicial de armazenamento de água na zona de raiz (S_{r0}); fluxo de água subterrâneo por unidade de área (qs_0); decaimento exponencial da transmissividade subterrânea da água com a profundidade (m); logaritmo neperiano da transmissividade efetiva do solo saturado ($\ln(T_0)$); Movimentação capilar (CD); Retardo de tempo da zona não saturada (dt); velocidade do fluxo de água superficial dentro da bacia (vr) (GIL MORALES; TOBÓN MARÍN, 2016; SILVA; KOBAYAMA, 2007).

A partir de faixas de intervalos iniciais de cada parâmetro representados por uma distribuição uniforme (Tabela 1), foram geradas aleatoriamente 15000 possibilidades de conjunto de todos os parâmetros. Os valores de NS foram analisados em relação às 15000 combinações de parâmetros. Verifica-se os parâmetros que apresentam maior influência nos resultados a partir do teste de correlação de Spearman entre cada valor dos parâmetros e os NS respectivamente gerados. Após cada simulação os intervalos dos valores dos parâmetros foram ajustados até a análise de sensibilidade apontar que nenhum parâmetro tenha efeito sobre a eficácia do modelo maior que 10%.

Valores Iniciais dos Parâmetros Modelados			
	Unidade de medida	Valor Máximo	Valor Mínimo
qs0	m	0	0,0004
$\ln(T_0)$	m ² /h	0,001	2
m		0,1	0,2
Sr0	m	0	0,00001
Srmax	m	0	0,01
td	h/m	0	50
vr	m/h	100	3600
K0	m/h	0	2
CD	m	0	5

dt	h	24	24
----	---	----	----

Tabela 1: Intervalo inicial dos parâmetros

3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Índice topográfico

A topografia do terreno tem forte influência no comportamento hídrico da bacia, sendo que no TOPMODEL o TI é o dado de entrada que representa tais acidentes geográficos. Na Figura 5 é possível ver a espacialização dos dados de TI e um histograma dos valores.

Os valores máximo e mínimo do TI são de 21,41 e 2,99, sendo o valor médio de 6,06. Os valores mais altos para o índice topográfico estão linearmente concentrados, associados a locais com topografia de declive mais suave, delimitando bem o local do fluxo do rio. Cerca de 85% do terreno apresenta valores de índice topográfico entre 4 e 8, indicando uma topografia mais inclinada, com maior velocidade de fluxo superficial e menor potencial de saturação (GIL MORALES; TOBÓN MARÍN, 2016).

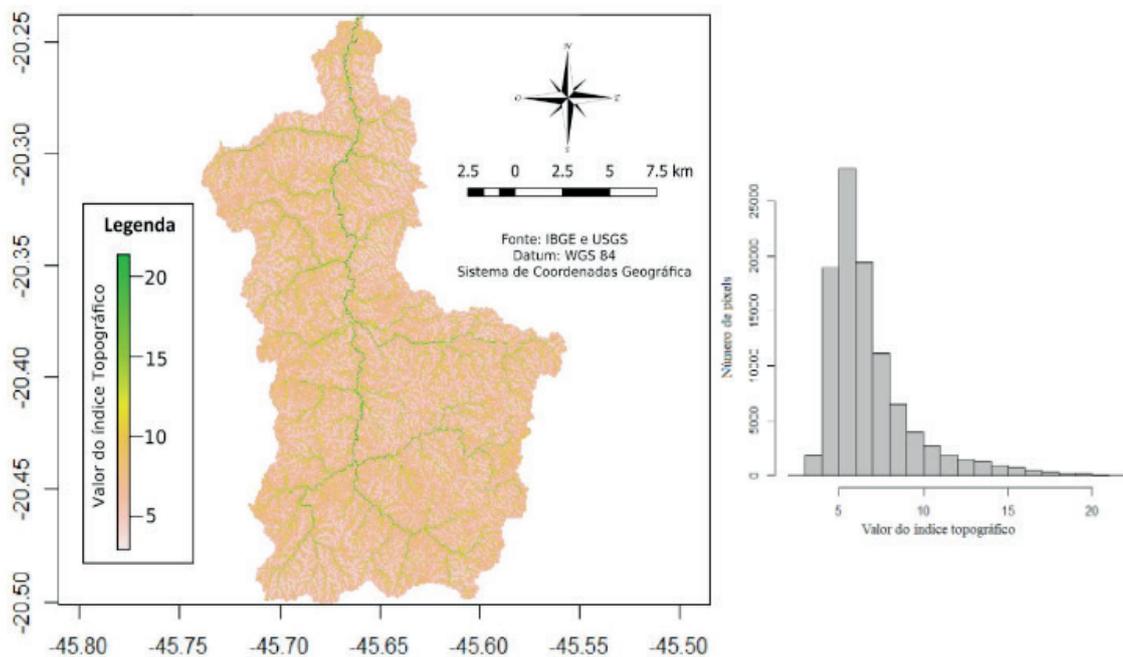


Figura 5: Distribuição espacial do índice topográfico na bacia do Rio São Miguel e histograma com os valores de TI da área de estudo.

3.2 Calibração e validação

Os melhores valores dos parâmetros encontrados na calibração das três simulações são apresentados na tabela 2. Os valores dos parâmetros m , S_{rmax} e vr apresentam maior variação por período de tempo, principalmente quando se compara a Simulação A e a C. Essas diferenças indicam a possibilidade de ocorrência de alterações no sistema chuva-vazão na bacia ao longo do tempo.

Apesar das inúmeras variáveis presentes em um sistema chuva-vazão que podem

estar associadas às modificações comportamentais dos parâmetros, deve-se destacar os diversos efeitos de alterações no processo de infiltração e na velocidade das águas superficiais, como plausíveis explicações para a variação entre as simulações A e C.

Outra explicação viável para o observado poderia estar relacionada à ocorrência de regime de chuva atípico na região. Contudo, o regime de chuva, apesar de mostrar oscilações, não apresenta um grande evento atípico que possa justificar a alteração nos parâmetros simulados (Figura 4). Além disso, uma grande alteração no padrão de regime hídrico deveria resultar em alterações em quase todos os parâmetros modelados, o que não foi verificado.

	Valores dos Parâmetros Modelados					
	Simulação A (02/01/1988 - 31/03/2016)		Simulação B (02/01/1988 - 01/03/2009)		Simulação C (01/03/2009 - 31/03/2016)	
	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Mínimo	Valor Máximo	Valor Mínimo
qs0	0,000001	0,00006	0,000001	0,00006	0,000001	0,00006
ln(To)	0,01	0,2	0,01	0,2	0,01	0,22
m	0,084	0,14	0,091	0,144	0,076	0,1
Sr0	0	0,0001	0	0,0001	0	0,0001
Srmax	0,04	0,07	0,04	0,067	0,026	0,055
td	0	50	0	50	0	50
vr	425	950	505	900	530	1300
K0	0	2	0,1	2	0	2
CD	0	5	0	5	0	5

Tabela 2: Quadro com os valores dos parâmetros modelados nas três simulações.

Os dados do NS das três simulações, são apresentados na tabela 3. Novamente as simulações A e B apresentam valores similares, enquanto a Simulação C apresenta valores menores para o NS, especialmente na etapa de validação. Assim, verifica-se outro indicativo de alteração da dinâmica hidrológica na bacia no período entre 2009 e 2016, principalmente entre 2013 e 2016.

	Valores calculados para NS	
	NS Calibração	NS Validação
Simulação A	0.624009	0.5791481
Simulação B	0.6406249	0.6558191
Simulação C	0.5942964	0.0726161

Tabela 3: Dados para NS das três simulações

Na Figura 6, percebe-se visualmente a menor eficiência do modelo chuva-vazão no período relativo à Simulação C. Nota-se ainda que a ineficiência dos resultados está diretamente relacionada ao tempo, indicando que a alteração na dinâmica hidrológica ocorreu em anos mais recentes, principalmente depois de 2013.

De uma forma geral, os gráficos das três simulações demonstram uma

subestimação dos picos de vazão e superestimação das vazões mínimas, indicando alto resíduo na modelagem. Essa dificuldade do TOPMODEL de ajustar a vazão modelada no pico e nos mínimos também é observada em trabalhos semelhante em outras áreas (GIL MORALES; TOBÓN MARÍN, 2016).

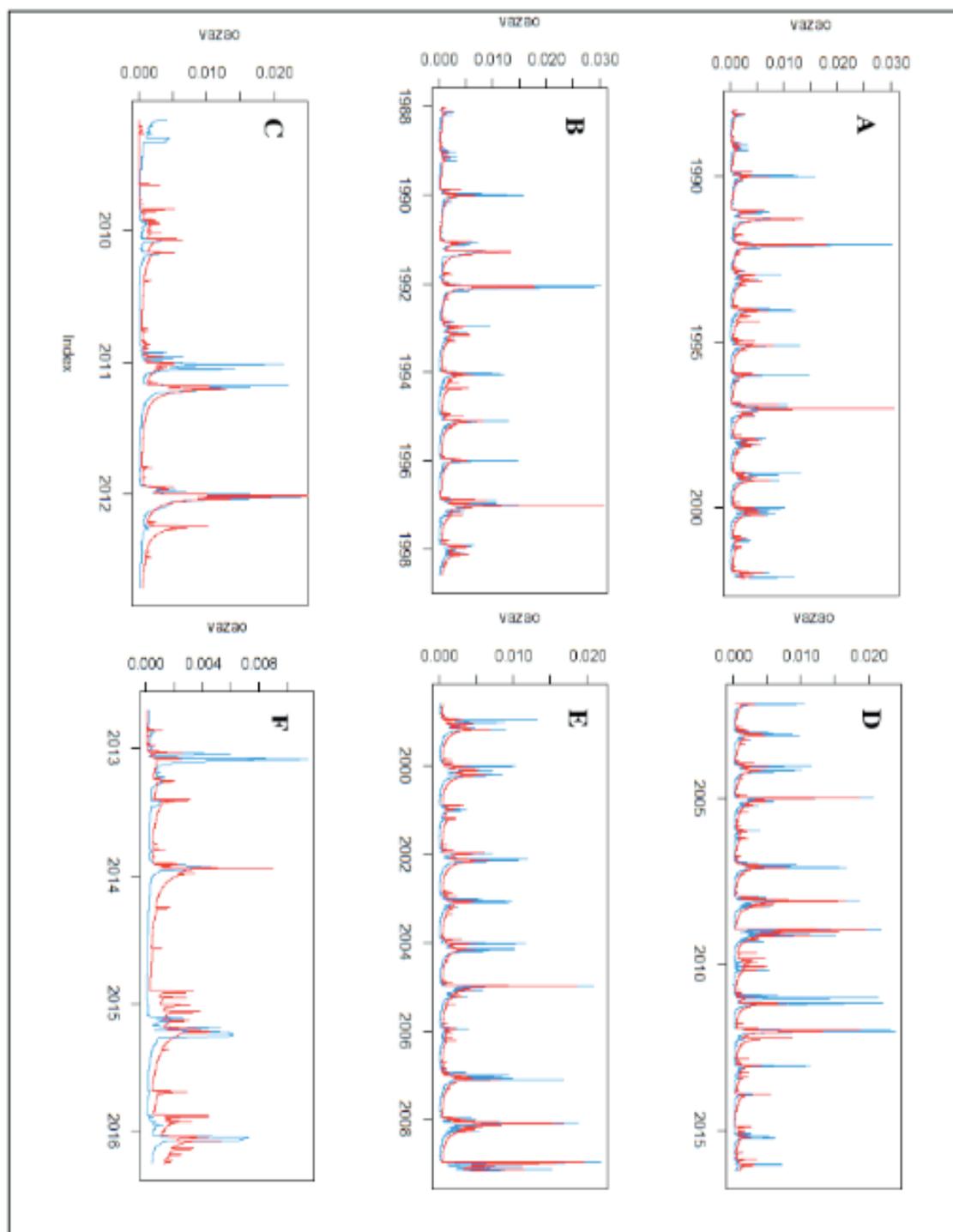


Figura 6: Gráficos de período temporal x Vazão real e Vazão simulada. Os gráficos “A”, “B” e “C” são das calibrações, respectivamente Simulação A, B e C, e os “D”, “E” e “F” são das validações, novamente, Simulação A, B e C. Linha azul representa a vazão real e linha vermelha representa vazão modelada.

De acordo com os resultados, as simulações A e B apresentam gráficos semelhantes entre si e resultados melhores do que a Simulação C. Contudo, de modo geral as três situações apresentaram ajustes insatisfatórios, com valores de NS abaixo

do recomendado por Krysanova, que considera o intervalo de valores para NS entre 0,7 a 0,8 como indicativos de um bom ajuste.

Algumas hipóteses podem ser levantadas para justificar a ineficiência do modelo. Como a localização das estações pluviométrica fora da área da bacia do Rio São Miguel, gerando imprecisão nos valores de precipitação acumulada.

Uma hipótese plausível para o baixo sucesso do modelo pode estar relacionado à dificuldade de se modelar sistemas hídricos em ambientes cársticos. A litologia prioritária encontrada na área de estudo consiste em calcários ou margas da sequência estratigráfica Grupo Bambuí, no qual é comum a formação de sumidouros, condutos freáticos de grandes proporções, salões de abatimento. Ou seja, feições endocársticas que aprisionam ou desviam drasticamente o fluxo hídrico, dificultando assim a modelagem do sistema chuva-vazão deste ambiente. Os valores obtidos nos parâmetros ajudam a interpretar a região como propicia a formar grandes reservatórios de água no lençol freático coniventes com ambientes cársticos, uma vez que, os valores dos parâmetros m e S_{rmax} são altos, enquanto que os valores relativos à condutividade subterrânea são baixos (GIL MORALES; TOBÓN MARÍN, 2016).

4 | CONCLUSÃO

O modelo TOPMODEL não atingiu a faixa de eficiência plenamente satisfatória para a simulação da relação chuva-vazão na Bacia de São Miguel para os períodos estudados, o que pode estar relacionado às características geológicas da região. Respostas mais conclusivas requerem um estudo mais amplo envolvendo trabalhos de campo para fins de ajuste dos parâmetros de entrada.

Os resultados comparativos das simulações realizadas ao longo do tempo evidenciam que a bacia do Rio São Miguel passou por alterações no seu regime hídrico nos períodos mais recentes. Essas alterações podem estar relacionadas à atuação antrópica na área, fenômeno natural que interferiu no sistema chuva-vazão da bacia ou problemas na coleta dos dados de entrada nos últimos anos. Estudos subsequentes devem avaliar o peso desses fatores nas alterações verificadas no sistema chuva-vazão da bacia.

5 | AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

REFERENCIAS

BEVEN, K. J. **Rainfall-Runoff Modelling: The Primer**. [s.l.] John Wiley & Sons, 2011.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. **Hydrological**

Sciences Bulletin, v. 24, n. 1, p. 43–69, mar. 1979.

GIL MORALES, E. G.; TOBÓN MARÍN, C. Hydrological modelling with TOPMODEL of Chingaza páramo, Colombia. **Revista Facultad Nacional de Agronomía**, v. 69, n. 2, 18 jul. 2016.

HOLLANDA, M. P. et al. Avaliação do TOPMODEL na estimativa do escoamento superficial em microbacia hidrográfica em diferentes usos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, n. 5, p. 489–496, maio 2015.

IGLESIAS, I. et al. Simulação de níveis de cheia no estuário do rio Douro, antes e após a construção dos molhes. **Revista Recursos Hídricos**, v. 39, n. 1, p. 21–30, 1 mar. 2018.

KRYSANOVA, V.; MÜLLER-WOHLFEIL, D.-I.; BECKER, A. Development and test of a spatially distributed hydrological/water quality model for mesoscale watersheds. **Ecological Modelling**, v. 106, n. 2, p. 261–289, 1 mar. 1998.

LIANG, S.; LI, X.; WANG, J. (EDS.). Chapter 17 - Precipitation. In: **Advanced Remote Sensing**. Boston: Academic Press, 2012. p. 533–556.

LIBÂNIO, M. **Fundamentos de qualidade e tratamento de água**. 3. ed. Campinas, SP: Átomo, 2010.

MENDICINO, G.; SOLE, A. The information content theory for the estimation of the topographic index distribution used in TOPMODEL. **Hydrological Processes**, v. 11, n. 9, p. 1099–1114, 1997.

MENEGASSE, L. N.; GONÇALVES, J. M.; FANTINEL, L. M. DISPONIBILIDADES HÍDRICAS NA PROVÍNCIA CÁRSTICA DE ARCOS-PAINS-DORESÓPOLIS, ALTO SÃO FRANCISCO, MINAS GERAIS, BRASIL. **Águas Subterrâneas**, v. 16, n. 1, 9 dez. 2002.

PRIESTLEY, C. H. B.; TAYLOR, R. J. On the Assessment of Surface Heat Flux and Evaporation Using Large-Scale Parameters. **Monthly Weather Review**, v. 100, n. 2, p. 81–92, 1 fev. 1972.

RIBEIRO, A. et al. **Geologia da Folha Piumhi SF.23-V-B-II: Sistema de Informações Geográficas (SIG)**, 2008.

SILVA, R. V. DA; KOBAYAMA, M. TOPMODEL: TEORIA INTEGRADA E REVISÃO. **Raega - O Espaço Geográfico em Análise**, v. 14, n. 0, 2007.

SUN, W. et al. Calibrating a hydrological model in a regional river of the Qinghai–Tibet plateau using river water width determined from high spatial resolution satellite images. **Remote Sensing of Environment**, v. 214, p. 100–114, 1 set. 2018.

VON SPERLING, M. **Estudo e modelagem da qualidade da água de rios**. 2. ed. Belo Horizonte - MG: Editora UFMG, 2014. v. 7

YONG BIN et al. Hydrologic evaluation of Multisatellite Precipitation Analysis standard precipitation products in basins beyond its inclined latitude band: A case study in Laohahe basin, China. **Water Resources Research**, v. 46, n. 7, 30 jul. 2010.

SOBRE OS ORGANIZADORES

Henrique Ajuz Holzmann: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduação em Tecnologia em Fabricação Mecânica e Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade Estadual de Ponta Grossa. Trabalha com os temas: Revestimentos resistentes a corrosão, Soldagem e Caracterização de revestimentos soldados.

João Dallamuta: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Engenheiro de Telecomunicações pela UFPR. Especialista em Inteligência de Mercado pela FAE Business School. Mestre em Engenharia pela UEL. Trabalha com os temas: Inteligência de Mercado, Sistemas Eletrônicos e Gestão Institucional.

Ricardo Vinicius Bubna Biscaia: Professor da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR). Graduado em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Mestre em Engenharia Mecânica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Doutorando em Engenharia de Produção pela UTFPR. Trabalha com os temas: análise microestrutural e de microdureza de ferramentas de usinagem, modelo de referência e processo de desenvolvimento de produto e gestão da manutenção.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Alface 74, 75, 77, 78, 79, 80, 81, 82, 83, 84, 85

Algoritmos 45, 46, 57, 119, 137, 138, 139, 148, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 306, 311

Aprendizagem colaborativa 9, 12, 13, 14, 15, 18, 20

Arduino 85, 136

Arquitetura de informação 60, 63

Astrofotografia 60, 61, 63, 64, 65, 66, 68, 69, 70, 72, 73

Ativismo de dados 151, 159

Autorregulação 22, 23, 25, 26, 27, 28, 29

B

Benchmark 102, 103, 109, 110

C

Cibercultura 9, 10, 11, 12, 14, 17, 18, 20

Ciclo de vida da edificação 188, 189, 190, 191, 192, 196, 197, 198, 199, 201

Cidades inteligentes 115, 117, 118, 121, 122, 123, 124, 125

Comparação de metodologias de ensino 30

Comunicação digital 60

Construção civil 188, 189, 196, 201, 202

D

Dados 2, 6, 7, 32, 35, 36, 37, 38, 39, 43, 45, 46, 48, 49, 50, 63, 67, 71, 74, 77, 79, 80, 81, 86, 90, 91, 92, 93, 97, 103, 109, 112, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 151, 152, 153, 156, 158, 159, 160, 161, 179, 192, 198, 199, 200, 202, 207, 219, 221, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 236, 239, 241, 244, 255, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 266, 268, 270, 271, 272, 274, 275, 277, 295, 296, 299, 305, 306, 307, 311, 312, 313

Divulgação científica 60, 62, 65, 66, 71, 72

Domínios 18, 86, 93, 94, 95, 98, 118

E

EaD 22, 23, 24, 25, 27, 28

Eletrodeposição 163, 164, 165, 166, 169

Engenharia do valor 188, 189, 192, 193, 196, 197, 202

Ensino 7, 9, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 19, 20, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 65, 74, 75, 76, 80, 84, 85, 103

Estanho 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 295

F

Física 31, 33, 45, 65, 73, 74, 75, 76, 77, 83, 84, 85, 103, 205, 216, 217, 218, 219, 225, 226, 268, 292

G

Gênero 138, 139, 147, 149

I

IFRO 102, 103, 104, 105, 106, 108, 110, 112, 113

Interdisciplinaridade 24, 65, 74, 75, 84, 85

Internet das coisas 6, 113, 115, 117

L

Lecturing 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

M

Machine Learning 129, 138, 139, 140, 142, 145, 147, 148, 149, 150, 153

Mudanças 1, 2, 5, 6, 7, 8, 14, 27, 91, 133, 146, 160, 190, 243, 267, 272

N

Necessidades educativas especiais 44

O

OpenCV 129, 130, 133, 137

P

Peer Instruction 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43

Placas de circuito impresso 163, 164, 165, 166, 174

Privacidade 96, 115, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 128, 160

Profissões 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Proteção de dados 115, 117, 120, 121, 122, 124, 125, 126, 160

R

Raspberry Pi 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 131

Recursos educacionais digitais 44, 45, 47, 49, 52, 53

Redução de custo 188, 189, 192, 196, 198, 200, 201, 202

Remoção 96, 163, 165, 166, 168, 169, 170, 171, 173, 175, 177, 182, 184, 185, 191, 205, 309, 310

Repositórios 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 52, 57

Robô autônomo 129, 130, 137

S

Saúde eletrônica 86

Seguidor de linha 129, 130, 131, 137

Sistema de recomendação 44, 52, 53, 54, 56

Sistemas 6, 12, 44, 45, 46, 65, 70, 72, 73, 86, 87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 95, 98, 100, 103, 107, 109, 130, 139, 149, 152, 154, 155, 157, 165, 190, 193, 217, 226, 230, 236, 277, 302, 314, 315

T

Tecnologia de Informação e Comunicação 86

Tecnologias digitais 9, 10, 13, 15, 16, 17, 18

Telessaúde 86, 93, 99, 100

Teoria Ator-Rede 9, 10, 11, 20

Teste de Friedman 30

Teste de Wilcoxon 30

U

UX 60, 62

V

Vigilância 115, 118, 120, 153

Voz 4, 129, 138, 139, 149, 160

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-798-7



9 788572 477987