

RESSALVA

Atendendo a solicitação do autor, o texto completo desta dissertação será disponibilizado somente a partir de 18/02/2024.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CÂMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

EDUARDA NORIKO TOKUDA

**DIAGNÓSTICO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA
PLUVIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DAS SECAS NA REGIÃO ALTO RIO
PARANÁ: 1990 A 2020**

Ilha Solteira
2022

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA CIVIL

EDUARDA NORIKO TOKUDA

**DIAGNÓSTICO DA VARIABILIDADE ESPACIAL E TEMPORAL DA
PLUVIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DAS SECAS NA REGIÃO
ALTO RIO PARANÁ: 1990 A 2020**

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – UNESP como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre. Especialidade: Avaliação, Preservação e Quantificação de Recursos Hídricos.

Nome do orientador

Prof. Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira

Nome do Co-Orientador

Prof. Dr. César Gustavo da Rocha Lima

FICHA CATALOGRÁFICA
Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

T646d Tokuda, Eduarda Noriko.
Diagnóstico da variabilidade espacial e temporal da pluviometria e
caracterização das secas na região Alto Rio Paraná:: 1990 a 2020 / Eduarda
Noriko Tokuda. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
244 f. : il.

Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista. Faculdade de
Engenharia de Ilha Solteira. Área de conhecimento: Recursos Hídricos e
Tecnologias Ambientais, 2022

Orientador: Jefferson Nascimento de Oliveira
Coorientador: César Gustavo da Rocha Lima
Inclui bibliografia

1. Método dos Momentos-L (MML). 2. Região homogênea. 3. Índice de
Porcentagem Normal (IPN). 4. Krigagem. 5. Seca.

Raiane da Silva Santos
Raiane da Silva Santos

Serviço Técnico de Referência, Atendimento ao usuário e Documentação
Diretoria Técnica de Biblioteca e Documentação
CDD-1-999

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: DIAGNÓSTICO DA VARIABILIDADE ESPAÇO-TEMPORAL DA
PLUVIOMETRIA E CARACTERIZAÇÃO DAS SECAS NA REGIÃO ALTO RIO
PARANÁ: 1990 A 2020

AUTORA: EDUARDA NORIKO TOKUDA

ORIENTADOR: JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA

COORIENTADOR: CESAR GUSTAVO DA ROCHA LIMA

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de Mestra em ENGENHARIA CIVIL,
área: Recursos Hídricos e Tecnologias Ambientais pela Comissão Examinadora:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Jefferson", enclosed within a blue oval.

Prof. Dr. JEFFERSON NASCIMENTO DE OLIVEIRA (Participação Virtual)
Departamento de Engenharia Civil / Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira - UNESP

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "R. Lilla", enclosed within a blue oval.

Prof. Dr. RODRIGO LILLA MANZIONE (Participação Virtual)
FCE / UNESP/Tupa (SP)

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Cristóvão V.S. Fernandes", enclosed within a blue oval.

PROF. DR. CRISTÓVÃO VICENTE SCAPULATEMPO FERNANDES (Participação Virtual)
Departamento de Hidráulica e Saneamento / Universidade Federal do Paraná

Ilha Solteira, 18 de fevereiro de 2022

Dedico este trabalho aos meus pais Fernando
Hiroshi Tokuda e Verinha Barreto Tokuda.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos que de alguma forma contribuíram para a realização desta pesquisa e manifesto minha eterna gratidão e admiração, em especial:

Ao professor e orientador Dr. Jefferson Nascimento de Oliveira, pela confiança, amizade e por expandir minhas perspectivas sobre o mundo;

Ao professor e coorientador Dr. César Gustavo da Rocha Lima, por todos os conhecimentos compartilhados com tamanha solicitude, pela prestatividade, amizade e colaboração ímpar nesta pesquisa;

Ao professor Dr. Milton Dall'Agllo Sobrinho, por ter sido meu mentor em boa parte deste trajeto, por todo o acolhimento, disposição e ensinamentos transmitidos. Obrigada pela sua humildade e por me inspirar sempre;

Aos professores, Dra. Gláucia Amorim Faria, Dra. Luzenira Alves Brasileiro e Dr. José Augusto de Lollo, pelos ensinamentos fundamentais para o meu desenvolvimento acadêmico;

Ao meu companheiro Leonardo, por todo apoio, paciência e contribuição na revisão da pesquisa. Obrigada por ser minha base e estar sempre presente;

Aos técnicos Gilson e Ozias da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, por todo o suporte e ensinamentos;

Aos amigos Lana e André pelo apoio e incentivo no início deste trajeto;

Aos queridos amigos, Luis Augusto, Anielle, Sherington, Guilherme, Rodrigo e Danúbia, pela parceria e sorrisos compartilhados;

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

RESUMO

A carência de dados hidrológicos e o cenário de escassez hídrica fazem necessário um novo horizonte de planejamento das águas que depende da investigação das variáveis hidrológicas. Técnicas de regionalização que permitem a transferência de informações entre áreas homogêneas e o uso de métodos geoespaciais tornam possível o monitoramento contínuo e preventivo das chuvas em macroescala. Devido à crítica situação de escassez hídrica situada sobre a Região Hidrográfica do Rio Paraná e sua relevância nacional, o estudo teve como objetivo geral avaliar a variabilidade espaço-temporal das chuvas na região do alto curso do rio Paraná (Alto Rio Paraná) e a possível influência do El Niño – Oscilação Sul (ENOS) nas chuvas anuais durante o período de 1990 a 2020. A área de estudo compreende 14 unidades hídricas de planejamento das águas, distribuídas nos estados de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo. Os dados de precipitação foram obtidos junto ao banco de dados da Rede Hidrometeorológica Nacional. A priori foi analisada a disponibilidade temporal e espacial dos dados e proposta uma classificação para a densidade da rede observacional da área de estudo, além da identificação de áreas homogêneas de chuva para subsidiar a análise de consistência de dados. A determinação de regiões pluviométricas foi avaliada com base no Teste de Homogeneidade do Método dos Momentos-L. Posteriormente, efetuou-se o mapeamento da chuva, a partir das séries anuais de 408 estações, e o cálculo do Índice de Porcentagem Normal (IPN) para identificação e classificação da severidade das secas na região, realizando-se a interpolação dos dados por krigagem ordinária. Todos os mapas para os anos de 1990 a 2020 apresentaram dependência espacial moderada a alta, conforme seus ajustes semivariográficos, possibilitando a análise da influência do ENOS nas chuvas anuais, bem como a obtenção das médias decenais e normais para as regiões homogêneas e unidades hídricas. Os períodos e áreas secas e chuvosas foram avaliadas, não encontrando influência direta do ENOS, com base no Índice Oceânico Niño. Por fim, foram discutidos os impactos da escassez pluviométrica na região Alto Rio Paraná e efetuada a classificação das unidades quanto à vulnerabilidade da rede observacional e dos setores usuários. As análises possibilitaram identificar as unidades de Mato Grosso do Sul e São Paulo como maiores contribuintes nas secas identificadas na região Alto Rio Paraná, além de 2010 como decênio mais seco do período analisado, com maior contribuição do período de 2019/2020, onde as secas atingiram mais de 60% da área por dois anos consecutivos, evento nunca identificado nas últimas 3 décadas. As curvas do IPN respectivas à seca e umidade inicial permitiram verificar anos de crise hídrica e alta umidade quando seus percentuais atingiram 50% da região analisada. A metodologia para manipulação dos dados oficiais apresenta grande versatilidade permitindo seu uso em qualquer bacia hidrográfica. As classificações propostas para as unidades de gestão indicaram que a capacidade de gestão das águas na região deve ser aprimorada sob diferentes respectivas, tendo em vista a persistência no cenário de secas e a insuficiência da rede observacional.

Palavras-chave: MML. Região homogênea. IPN. Krigagem. Seca.

ABSTRACT

The lack of hydrological data and the scenario of water scarcity make a new horizon of water planning necessary, which depends on the investigation of hydrological variables. Regionalization techniques that allow the transfer of information between homogeneous areas and the use of geospatial methods make possible the continuous and preventive monitoring of rainfall on a macroscale. Due to the critical situation of water scarcity located over the Paraná River Hydrographic Region and its national relevance, the study aimed to evaluate the spatio-temporal variability of rainfall in the upper course of the Paraná River (Upper Paraná River) and the possible influence of El Niño – Southern Oscillation (ENSO) on annual rainfall during the period from 1990 to 2020. The study area comprises 14 water planning units, distributed in the states of Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais and São Paulo. Precipitation data were obtained from the database of the National Hydrometeorological Network. First, the temporal and spatial availability of the data was analyzed and a classification for the density of the observational network in the study area was proposed, in addition to the identification of homogeneous areas of rainfall to support the analysis of data consistency. The determination of the rainfall regions was evaluated based on the Homogeneity Test of the L-Moments Method. Subsequently, the rainfall mapping was carried out, based on the annual series of 408 stations, and the calculation of the Normal Percentage Index (IPN) to identify and classify the severity of droughts in the region, performing data interpolation by ordinary kriging. All maps for the years 1990 to 2020 showed moderate to high spatial dependence, according to their semivariographic adjustments, allowing the analysis of the influence of ENSO on annual rainfall, as well as obtaining decennial and normal averages for homogeneous regions and water units. The dry and rainy periods and areas were evaluated, finding no direct influence of ENSO, based on the Oceanic Niño Index. Finally, the impacts of rainfall scarcity in the Alto Rio Paraná region were discussed and the units were classified according to the vulnerability of the observational network and user sectors. The analyzes made it possible to identify the units of Mato Grosso do Sul and São Paulo as the largest contributors to the droughts identified in the Alto Rio Paraná region, in addition to 2010 as the driest decade of the analyzed period, with the greatest contribution from the period 2019/2020, where droughts reached more than 60% of the area for two consecutive years, an event never identified in the last 3 decades. The IPN curves related to drought and initial humidity allowed us to verify years of water crisis and high humidity when their percentages reached 50% of the analyzed region. The methodology for handling official data is highly versatile, allowing its use in any watershed. The classifications proposed for the management units indicated that the water management capacity in the region must be improved under different respective ones, in view of the persistence in the scenario of droughts and the insufficiency of the observational network.

Keywords: MML. homogeneous region. NPI. Kriging. Dry.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	- Etapas do ciclo da água	25
Figura 2	- Componentes do sistema climático	27
Figura 3	- Regularização da temperatura do mar pelas correntes marítimas	28
Figura 4	- Fases do El Niño – Oscilação Sul	30
Figura 5	- Impactos climáticos globais ocasionados pela fase quente El Niño	31
Figura 6	- Impactos climáticos globais ocasionados pela fase fria La Niña	32
Figura 7	- Médias históricas do Índice Oceânico Niño de 1990 a 2021	33
Figura 8	- Conceitos básicos do semivariograma	52
Figura 9	- Localização da Bacia do Rio da Prata	58
Figura 10	- Nascente do rio Paraná e principais afluentes	58
Figura 11	- Região Hidrográfica Paraná	59
Figura 12	- Cobertura vegetal natural remanescente na Região Hidrográfica Paraná	60
Figura 13	- Localização da região Alto Rio Paraná e sub-bacias constituintes	61
Figura 14	- Classificação pedológica da região Alto Rio Paraná	62
Figura 15	- Classificação do uso e cobertura do solo na região Alto Rio Paraná	63
Figura 16	- Domínios climáticos do Brasil e principais subtipos	64
Figura 17	- Evolução das usinas hidrelétricas no Brasil durante 1950 a 2020	65
Figura 18	- Aproveitamentos hidrelétricos na região Alto Rio Paraná	66
Figura 19	- Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos de Goiás	68
Figura 20	- Unidades de Planejamento e Gerenciamento do Mato Grosso do Sul	69
Figura 21	- Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais	74
Figura 22	- Unidades Hidrográficas de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo	76

Figura 23	- Fluxograma metodológico	83
Figura 24	- Postos pluviométricos com ≥ 5 anos de dados sem falhas na região Alto Rio Paraná	84
Figura 25	- Estações pluviométricas com dados entre 1990 e 2020	88
Figura 26	- Disponibilidade de postos pluviométricos na região Alto Rio Paraná por década durante 1990 a 2020	89
Figura 27	- Disponibilidade de dados pluviométricos na região Alto Rio Paraná de 1910 a 2020	96
Figura 28	- Histograma da extensão das séries de chuva na região Alto Rio Paraná no período de 1915 a 2020	97
Figura 29	- Classificação da densidade da rede pluviométrica ativa na região Alto Rio Paraná	100
Figura 30	- Simulação de agrupamentos dos postos pluviométricos na região Alto Rio Paraná	103
Figura 31	- Aplicação do critério geográfico no reagrupamento dos postos pluviométricos na região Alto Rio Paraná	104
Figura 32	- Regionalização da precipitação na região Alto Rio Paraná e médias totais anuais para o período de 1990 a 2020	107
Figura 33	- Precipitação total anual na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2000	113
Figura 34	- Precipitação total anual na região Alto Rio Paraná de 2001 a 2011	114
Figura 35	- Precipitação total anual na região Alto Rio Paraná de 2012 a 2020	115
Figura 36	- Percentuais da área da região Alto Rio Paraná por intervalo de precipitação total anual de 1990 a 2020	117
Figura 37	- Precipitação total anual na região Alto Rio Paraná e fases do El Niño – Oscilação Sul de 1990 a 2020	120
Figura 38	- Precipitação total anual da média normal nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná e médias decenais de 1990 a 2020	122
Figura 39	- Precipitação total anual da média normal nas regiões homogêneas da região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	125

Figura 40	- Índice IPN na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2000 e UHEs do SIN	127
Figura 41	- Índice IPN na região Alto Rio Paraná de 2001 a 2011 e UHEs do SIN	128
Figura 42	- Índice IPN na região Alto Rio Paraná de 2012 a 2020 e UHEs do SIN	129
Figura 43	- Percentuais das áreas do Alto Rio Paraná por intensidade do Índice de Porcentagem Normal de 1990 a 2020	131
Figura 44	- Variação dos percentuais de área acumulada do IPN na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	133
Figura 45	- Percentuais de área acumulada normal-seco/úmido do IPN na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	134
Figura 46	- Variação anual das áreas secas acumuladas nas UEPGRHs na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	140
Figura 47	- Variação anual das secas acumuladas nas unidades federativas na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	141
Figura 48	- Variação interdecenal das áreas secas acumuladas nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	143
Figura 49	- Secas médias decenais e acumulada nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020 e situação da rede pluviométrica	144
Figura 50	- Unidades hídricas e usinas hidrelétricas do SIN abrangidas pela região Alto Rio Paraná	151

LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Classificação de desastres naturais hidrometeorológicos	35
Quadro 2	- Métodos de agrupamento para pré-delimitação de regiões homogêneas	41
Quadro 3	- Caracterização da UPGRH Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba	68
Quadro 4	- Caracterização da UPG Aporé	70
Quadro 5	- Caracterização da UPG Pardo	71
Quadro 6	- Caracterização da UPG Quitéria	71
Quadro 7	- Caracterização da UPG Santana	72
Quadro 8	- Caracterização da UPG Sucuriú	72
Quadro 9	- Caracterização da UPG Verde	73
Quadro 10	- Caracterização da UPGRH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Paranaíba	75
Quadro 11	- Caracterização da UPGRH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande	75
Quadro 12	- Caracterização da UGRHI Aguapeí	77
Quadro 13	- Caracterização da UGRHI Baixo Tietê	78
Quadro 14	- Caracterização da UGRHI Peixe	79
Quadro 15	- Caracterização da UGRHI São José dos Dourados	80
Quadro 16	- Caracterização da UGRHI Turvo/Grande	81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	- Classificação dos eventos do ENOS baseado nos valores do ION	34
Tabela 2	- Principais índices de determinação de seca	38
Tabela 3	- Denotações das estatísticas dos momentos teóricos e dos momentos-L	46
Tabela 4	- Valores críticos da medida de discordância (Dj)	47
Tabela 5	- Dados hidrológicos da Região Hidrográfica Paraná	60
Tabela 6	- Recomendação de densidade mínima de estações para rede hidrometeorológica	85
Tabela 7	- Classes do Índice de Abrangência Espacial do Monitoramento	85
Tabela 8	- Sumário numérico das estatísticas descritivas	90
Tabela 9	- Classificação do Avaliador da Dependência espacial	91
Tabela 10	- Classificação do Índice de Porcentagem Normal	92
Tabela 11	- Média contínua de 3 meses de anomalia da TSM	93
Tabela 12	- Períodos de ocorrência e intensidade do ENOS de 1990 a 2020	94
Tabela 13	- Classificação da densidade da rede pluviométrica para a região Alto Rio Paraná	99
Tabela 14	- Densidade da rede pluviométrica na região Alto Rio Paraná em 2020	99
Tabela 15	- Valores centrais das características locais do agrupamento 3	102
Tabela 16	- Parâmetros das distribuições Kappa e Medidas de Heterogeneidade	105
Tabela 17	- Estações pluviométricas discordantes das regiões homogêneas	106
Tabela 18	- Análise estatística descritiva das chuvas médias anuais na região Alto Rio Paraná	109
Tabela 19	- Medidas de ajuste dos semivariogramas	111
Tabela 20	- Áreas abrangidas por intervalos de precipitação total anual na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	116
Tabela 21	- Quantificação das áreas por intensidade do Índice de Porcentagem Normal na região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	130

Tabela 22	- Percentuais de áreas atingidas pela seca nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	137
Tabela 23	- Extensão territorial das secas acumulada e média nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná de 1990 a 2020	138
Tabela 24	- Níveis de criticidade para a classificação da rede pluviométrica e secas acumuladas na região Alto Rio Paraná	145
Tabela 25	- Classificação da situação das unidades hídricas na região do Alto Rio Paraná em relação à rede pluviométrica e secas acumuladas	146
Tabela 26	- Percentuais de áreas abrangidas pelo setor agropecuário nas unidades hídricas da região Alto Rio Paraná em 2019	148
Tabela 27	- Percentuais de áreas urbanizadas, densidade populacional e municípios com risco de desabastecimento urbano nas unidades hídricas da região Alto Rio Paraná	149
Tabela 28	- Aproveitamentos hidrelétricos do SIN na região Alto Rio Paraná	150
Tabela 29	- Potência instalada nas áreas das bacias hidrográficas abrangidas pelas unidades hídricas da região Alto Rio Paraná	151
Tabela 30	- Contribuição das unidades hídricas no potencial de geração de energia hidroelétrica na região Alto Rio Paraná	152
Tabela 31	- Fatores de vulnerabilidade à seca na região Alto Rio Paraná	154
Tabela 32	- Valores dos fatores de vulnerabilidade das UEPGRHs na região Alto Rio Paraná	155
Tabela 33	- Classificação da vulnerabilidade à seca das UEPGRHs na região Alto Rio Paraná	155

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	20
1.1 OBJETIVOS	23
1.1.1 Objetivo geral	23
1.1.2 Objetivos específicos.....	23
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	24
2.1 VARIAÇÕES CLIMÁTICAS E SEUS IMPACTOS SOBRE OS RECURSOS HÍDRICOS.....	24
2.1.1 A influência do clima sobre o ciclo hidrológico	25
2.1.2 Interação oceano-atmosfera.....	27
2.1.3 El Niño – Oscilação Sul.....	29
2.1.3.1 Classificação das fases do ENOS	33
2.1.3.2 Impactos climáticos e pluviométricos	34
2.1.4 Desastres naturais e eventos extremos	35
2.1.5 Principais índices de seca	37
2.2 REGIONALIZAÇÃO HIDROLÓGICA	39
2.2.1 Regiões homogêneas.....	40
2.2.2 Análise de Aglomerados.....	42
2.2.3 Método dos Momentos-L.....	43
2.2.3.1 Teste de homogeneidade regional	46
2.2.3.2 Aplicações na análise hidrológica regional.....	49
2.3 GEOESTATÍSTICA APLICADA A VARIÁVEIS HIDROLÓGICAS	50
2.3.1 Fundamentos de geoestatística	51
2.3.2 Krigagem	54
2.3.3 Sistemas de Informações Geográficas.....	54
2.3.4 Aplicações na espacialização da chuva	55
3 REGIÃO ALTO RIO PARANÁ	57

3.1 PANORAMA GERAL	57
3.1.1 Região Hidrográfica Paraná	59
3.2 DESCRIÇÃO FÍSICO-TERRITORIAL	61
3.2.1 Geomorfologia.....	62
3.2.2 Pedologia	62
3.2.3 Uso e cobertura do solo	63
3.2.4 Clima e sistemas atmosféricos atuantes	64
3.2.5 Potencial hidráulico-energético	65
3.3 DISCRETIZAÇÃO HIDROGRÁFICA E ASPECTOS REGIONAIS	67
3.3.1 Unidade de Planejamento e Gerenciamento de Recursos Hídricos de Goiás .	67
3.3.1.1 UPGRH Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba (AGBP).....	67
3.3.2 Unidades de Planejamento e Gerenciamento do Mato Grosso do Sul	69
3.3.2.1 UPG Aporé (I.9).....	69
3.3.2.2 UPG Pardo (I.4).....	70
3.3.2.3 UPG Quitéria (I.7).....	71
3.3.2.4 UPG Santana (I.8).....	72
3.3.2.5 UPG Sucuriú (I.6)	72
3.3.2.6 UPG Verde (I.5).....	73
3.3.3 Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos de Minas Gerais .	73
3.3.3.1 UPGRH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Paranaíba (PN3)	74
3.3.3.2 UPGRH Afluentes Mineiros do Baixo Rio Grande (GD8)	75
3.3.4 Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos de São Paulo	76
3.3.4.1 UGRHI Aguapeí (UGRHI 20).....	77
3.3.4.2 UGRHI Baixo Tietê (UGRHI 19)	78
3.3.4.3 UGRHI Peixe (UGRHI 21)	78
3.3.4.4 UGRHI São José dos Dourados (UGRHI 18).....	79
3.3.4.5 UGRHI Turvo/Grande (UGRHI 15).....	80

4 MATERIAIS E MÉTODOS	82
4.1 OBTENÇÃO DOS DADOS PLUVIOMÉTRICOS	82
4.2 Fluxograma metodológico	82
4.3 ANÁLISE DA disponibilidade de dados	84
4.4 ANÁLISE DE CONSISTÊNCIA REGIONAL	85
4.4.1 Identificação preliminar de regiões pluviométricas homogêneas.....	86
4.4.2 Teste de homogeneidade regional	86
4.4.3 Preenchimento de falhas nas séries históricas de chuva	87
4.5 MAPEAMENTO DA PLUVIOSIDADE	88
4.5.1 Análise estatística descritiva	90
4.5.2 Análise geoestatística e interpolação da Precipitação total anual	90
4.5.3 Índice de Porcentagem Normal (IPN).....	92
4.5.4 Análise da influência do El Niño-Oscilação Sul	93
4.6 ANÁLISE dos impactos da crise hídrica nos setores usuários	94
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	95
5.1 ANÁLISE DA DISPONIBILIDADE DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS NA REGIÃO ALTO RIO PARANÁ.....	95
5.1.1 Disponibilidade temporal	96
5.1.2 Disponibilidade espacial	98
5.2 IDENTIFICAÇÃO DE REGIÕES PLUVIOMÉTRICAS HOMOGÊNEAS	101
5.2.1 Análise de Aglomerados.....	102
5.2.2 Teste de Homogeneidade	105
5.2.3 Delimitação final das regiões homogêneas	106
5.3 ANÁLISE E MAPEAMENTO DA PLUVIOSIDADE	108
5.3.1 Análise estatística descritiva dos totais pluviométricos	108
5.3.2 Análise geoestatística e mapeamento da chuva total anual.....	110
5.3.2.1 Influência do El Niño – Oscilação Sul nos índices de chuvas anuais.....	119

5.3.2.2 Caracterização da pluviosidade nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná e variabilidade interdecenal.....	121
5.3.2.3 Caracterização da pluviosidade nas regiões homogêneas de chuva.....	124
5.3.3 Mapeamento do Índice de Porcentagem Normal (IPN)	126
5.3.3.1 Caracterização das secas anuais nas UEPGRHs da região Alto Rio Paraná e variabilidade interdecenal.....	136
5.3.4 Classificação das UEPGRHs quanto à densidade da rede pluviométrica e secas acumuladas.	145
5.4 A ESCASSEZ PLUVIOMÉTRICA E OS SETORES USUÁRIOS.....	147
5.4.1 Setor agrícola.....	147
5.4.2 Abastecimento urbano.....	148
5.4.3 Geração de energia elétrica	150
5.4.4 Classificação das UEPGRHs quanto à vulnerabilidade dos setores usuários à crise hídrica.....	153
6 CONCLUSÃO	158
6.1 REPRESENTATIVIDADE HIDROCLIMÁTICA NO ALTO RIO PARANÁ	158
6.2 METODOLOGIA DE CONSISTÊNCIA E MAPEAMENTO DOS DADOS.....	159
6.3 O COMPONENTE CLIMÁTICO ENOS E EVENTOS DE SECAS.....	161
6.4 A ESCASSEZ PLUVIOMÉTRICA SOB A ÓTICA DAS UNIDADES DE GESTÃO.....	162
REFERÊNCIAS.....	163
APÊNDICE A – CONSULTA DE DADOS PLUVIOMÉTRICOS NO PORTAL HIDROWEB.....	181
APÊNDICE B – PROBLEMAS OBSERVADOS NO PORTAL HIDROWEB	186
APÊNDICE C – MOMENTOS-L AMOSTRAIS DAS ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS NA REGIÃO ALTO RIO PARANÁ	188
APÊNDICE D – POSTOS PLUVIOMÉTRICOS DAS REGIÕES HOMOGÊNEAS NA REGIÃO ALTO RIO PARANÁ.....	199

APÊNDICE E – AJUSTES SEMIVARIOGRÁFICOS DAS CHUVAS TOTAIS ANUAIS NA REGIÃO ALTO RIO PARANÁ	208
APÊNDICE F - VALIDAÇÃO CRUZADA DAS CHUVAS TOTAIS ANUAIS NA REGIÃO ALTO RIO PARANÁ.....	216
ANEXO A – DIAGRAMA ESQUEMÁTICO DAS USINAS HIDROELÉTRICAS DO SISTEMA INTERLIGADO NACIONAL	21624

1 INTRODUÇÃO

A gestão das águas implica a investigação e a compreensão de tendências e mudanças climáticas, que junto as alterações de uso e ocupação do solo, afetam diretamente o desenvolvimento e o gerenciamento de bacias hidrográficas (KUMAR, *et al.*, 2019; THOMAS; PRASANNAKUMAR, 2016). Tal investigação tem se tornado uma tarefa cada vez mais difícil para os gestores de recursos hídricos, tendo em vista a frequência de eventos extremos que afetam a variabilidade natural dos processos hidrológicos, impactando o desenvolvimento econômico (BHATTI *et al.*, 2016; DUTTA; MAITY, 2021).

Ao longo dos anos, o mundo tem sofrido com diversos impactos oriundos de alterações atípicas nos padrões climáticos e regimes pluviométricos, como o aumento do aquecimento global e a ocorrência das fases quente (El Niño) ou fria (La Niña) do fenômeno El Niño – Oscilação Sul (ENOS) (ARYAL *et al.*, 2018; MALLAKPOUR *et al.*, 2018). Os efeitos climáticos relacionados à circulação geral da atmosfera atingem vastas áreas, afetando de forma intrínseca a intensidade e a sazonalidade dos padrões hidrológicos em grandes escalas (ROCHA; SANTOS, 2018).

Segundo ANA (2016), no Brasil, a maior dificuldade dos estudos hidrológicos está justamente na representatividade da dimensão das bacias hidrográficas, uma vez que seu tamanho influencia diretamente na interpretação das variáveis hidrológicas, resultando em diferenças qualitativas e quantitativas na observação dos fenômenos naturais (LACOSTE, 1976). Conforme Lei Federal nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas, a bacia hidrográfica é a principal unidade territorial de planejamento, onde a água, recurso natural dotado de valor econômico, deve ser utilizada com consciência e parcimônia, visando um gerenciamento descentralizado e participativo.

Desta forma, a avaliação do comportamento hidrológico de grandes bacias hidrográficas requer uma abordagem descentralizada, permitindo uma melhor tomada de decisão frente aos impactos da variação em macroescala da disponibilidade hídrica. Esta que, por sua vez, reflete diretamente na economia do país, afetando a geração de energia elétrica, a navegação e a produção de bens de consumo e alimentos, bem como o meio ambiente.

De acordo com Melo (2017), eventos climáticos e meteorológicos extremos, têm impactado de forma negativa a ocorrência de chuva e os serviços ecossistêmicos em diversas regiões do país, ocasionando problemas como o racionamento de água

e a redução de geração de energia elétrica. À vista disso, diversos autores buscaram relacionar a ocorrência de mudanças climáticas e fenômenos oceano-atmosféricos às oscilações das condições hidrológicas e secas extremas no país, observadas na Amazônia (MARENGO *et al.*, 2013; PEDREIRA JUNIOR *et al.*, 2020), e nas regiões Nordeste (ALMEIDA, 2014), Sudeste (MINUZZI *et al.*, 2006; RAFEE *et al.*, 2019), e Sul do Brasil (BASSO, 2019).

No início dos anos 2000, a falta de chuva, principalmente na região Sudeste do Brasil, foi responsável por acarretar uma grave crise energética no país, que afetou cerca de 60 milhões de pessoas (MELO, 2017). Esta grande seca foi responsável pela crítica situação nos reservatórios do Complexo Hidrelétrico Urubupungá, maior centro gerador de energia elétrica do estado de São Paulo, resultando em um racionamento de energia e afetando a navegação dos rios Tietê e Paraná. Anos mais tarde, durante a crise hídrica causada pela seca de 2013/2014, 28 milhões de pessoas vivenciaram o colapso do sistema de abastecimento Cantareira, devido à falta de planejamento e gestão adequadas (LOBEL *et al.*, 2014).

Nos dias atuais, conforme constatado pelo Sistema Nacional de Meteorologia (SNM), desde outubro de 2019, a Região Hidrográfica Paraná (RH Paraná) tem apresentado déficit de precipitação mensal severo, associado ao fenômeno La Niña, levando a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) a declarar situação crítica de escassez quantitativa das águas, de acordo com o Art. 1º da Resolução nº 77, de 1 de junho de 2021 (ANA, 2021a; AZEVEDO, 2021).

A RH Paraná compreende importantes usos da água, de influência econômica e social no país, concentrando os principais reservatórios de regularização do Sistema Interligado Nacional (SIN) na região Alto Rio Paraná, com relevância na segurança hídrica da região e energética do Brasil (ANA, 2021a). Além da segurança energética, o agronegócio exportador e o abastecimento de água nos aglomerados urbanos, dependem diretamente da chuva (AZEVEDO, 2021).

Logo, a relevância dos recursos hídricos na região Alto Rio Paraná (ARP), área de estudo, se dá pelo seu domínio compreender uma área de vital importância para a navegação, agricultura regional e geração de energia hidrelétrica na Argentina, Brasil e Paraguai. Localizada sobre a divisa das regiões Centro-oeste e Sudeste do Brasil, a região ARP abrange, além do Complexo Urubupungá, quatorze Unidades Estaduais de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UEPGRHs) nas unidades federativas de Goiás, Mato Grosso do Sul, Minas Gerais e São Paulo.

Ademais, esta região, cuja extensão totaliza 254.896 km², apresenta uma crítica discrepância na disponibilidade de informações hidrológicas. Com exceção das unidades hídricas do estado de São Paulo, as sub-bacias localizadas nos demais estados apresentam rede pluviométrica com densidade até 4 vezes abaixo da recomendação da Organização Meteorológica Mundial (OMM, 2008). Tal fato tornam menos precisas as estimativas de dados de chuva em locais não amostrados e destaca a relevância de estudos descentralizados na região ARP.

Ao longo dos anos, o predomínio de pequenas escalas na hidrologia tem ocorrido, principalmente, devido à dificuldade em obter dados temporais e espaciais suficientes para a análise hidrológica em grandes bacias (RAFEE *et al.*, 2019). De acordo com Acosta (2014) e Pruski *et al.* (2012), parte desta carência de informações vêm sendo contornada por meio de métodos de regionalização, que visam a transferência de variáveis, funções ou parâmetros, a partir da presunção da semelhança espacial em áreas homogêneas.

A partir da teoria das variáveis regionalizadas, cujos valores são associados a posição que ocupam no espaço, a geoestatística tem sido utilizada com êxito em diversos estudos hidrológicos, que visam a espacialização de variáveis como temperatura, vazão e precipitação (JOURNEL; HUIJBREGTS, 1993; LOU, 2004). Entretanto, Fernandes (2005) e Tucci (2002), constataram que, para que não se obtenham resultados tendenciosos, a disponibilidade e qualidade das séries hidrológicas devem ser verificadas, priorizando-se métodos que tornam a análise de consistência de dados menos subjetiva, como a utilização de testes estatísticos.

A investigação da variação das chuvas por meio do monitoramento *in loco* é de extrema relevância para avaliar o comportamento da disponibilidade hídrica e assegurar as condições ambientais e econômicas do planeta. Para tanto a utilização de Sistemas de Informações Geográficas para associar diferentes métodos estatísticos aos conceitos geoespaciais possibilitam a criação de novas abordagens para a tomada de decisão frente aos impactos da variação pluviométrica.

Diante do exposto, o presente trabalho visa avaliar a variabilidade espacial e temporal da pluviometria, analisando a potencial influência do ENOS nas chuvas na região Alto Rio Paraná, bem como analisar as características das secas, por meio de índices e ferramentas geoestatísticas, agregando-se às diretrizes de regionalização, métodos que têm como atributo principal a diminuição do grau de subjetividade no processo de consistência de dados e identificação de regiões homogêneas.

6 CONCLUSÃO

As principais conclusões e contribuições desta pesquisa foram resumidas neste capítulo. O intuito principal foi descrever o regime anual das chuvas na região Alto Rio Paraná associando-se diferentes índices e abordagens estatísticas na análise espacial e temporal da precipitação e eventos de secas, que permitiram a concepção de novas metodologias relativas à investigação e gestão dos recursos hídricos:

O reconhecimento da abrangência dos dados pluviométricos foi realizado para caracterizar o cenário da disponibilidade de dados e identificar as unidades de gestão mais críticas com relação a representatividade hidroclimática da região, a partir de uma classificação original da rede observacional, tendo em vista a não identificação de proposta similar no país/mundo.

A delimitação de regiões homogêneas a partir da Análise de Aglomerados e do MML foi aplicada como procedimento preliminar a geoestatística para subsidiar o preenchimento de falhas das séries históricas de forma a reduzir a tendenciosidade nas estimativas de dados em locais não amostrados.

A variação do ION em conjunto com os totais de chuva e abrangência de secas foi observada para analisar o reflexo da intensidade dos eventos El Niño e La Niña sobre o comportamento da precipitação anual na região ARP.

O índice IPN foi aplicado na identificação de secas afim de extrair do mapeamento das chuvas, ao longo das últimas décadas, o impacto da escassez pluviométrica na gestão dos recursos hídricos, meio ambiente e sociedade, sobre diferentes perspectivas dos setores usuários da água, analisados de forma integrada, possibilitando a identificação das bacias que apresentam maior vulnerabilidade às secas na região ARP.

6.1 REPRESENTATIVIDADE HIDROCLIMÁTICA NO ALTO RIO PARANÁ

O estudo permitiu constatar um crescente déficit espacial e temporal de dados pluviométricos nas duas últimas décadas, que se acentuou no ano de 2020, em partes devido às implicações da pandemia de Covid-19 e a falta de investimentos nas redes observacionais. Além de séries históricas com grande número de falhas, foi observado atraso de até 12 meses na disponibilidade das informações (pela rede

Hidrometeorológica Nacional), que prejudica estudos de tendências e anomalias de chuvas na região ARP, que se encontra em cenário de escassez hídrica desde 2019.

Conforme classificação proposta para a densidade da rede observacional, 9 das 14 unidades de gestão analisadas apresentaram densidade inferior a recomendação da OMM, para áreas planas a onduladas, sendo necessária a implantação de 226 novas estações. A UEPGRH 1 (Baixo Paranaíba), localizada em Goiás, e as UEPGRHs 2 (Aporé), 4 (Quitéria) e 7 (Verde) em Mato Grosso do Sul apresentaram rede “insuficiente”, caracterizando uma pior disponibilidade de dados na área norte/oeste da ARP e baixa representatividade hidroclimática da região.

Tal classificação pode ser facilmente adaptada para o emprego em bacias hidrográficas situadas em diferentes tipos de terreno, possibilitando a identificação de áreas que requerem maiores investimentos na rede pluviométrica de acordo com a relação de número de postos e sua extensão territorial.

6.2 METODOLOGIA DE CONSISTÊNCIA E MAPEAMENTO DOS DADOS

A delimitação de regiões homogêneas de chuva permitiu a identificação de 9 áreas de comportamento pluviométrico distinto na região Alto Rio Paraná, mostrando-se adequada a aplicação da Análise de Aglomerados e o Método dos Momentos-L, apesar da grande variabilidade espaço-temporal da disponibilidade de dados. A partir da regionalização da chuva foi possível identificar os postos discordantes de cada região homogênea, diminuindo as incertezas amostrais dos dados oficiais para a posterior aplicação da geoestatística.

Na análise geoestatística dos dados de chuva anual na região ARP, todos os períodos analisados (de 1990 a 2020) apresentaram dependência espacial com ajustes entre exponencial, gaussiano e esférico (indicando comportamentos espaciais [alcances] diferenciados). O Coeficiente de Determinação Espacial (R^2) variou entre 0,848 e 0,992, além de que o ADE maior que 75% (alta dependência espacial) foi constatado em 23 dos 31 anos analisados e entre > 25 e 75% (moderada dependência espacial) nos demais períodos, indicando apreciáveis ajustes semivariográficos.

Os mapas de chuvas anuais apresentaram índices entre 700 e 2.200 mm, enquanto a média de longo prazo (1990 a 2020) apresentou 5 áreas com intensidades de chuva entre 1.200 mm e 1.700 mm e média de 1.400 mm, gerando isolinhas próximas a delimitação das regiões homogêneas de chuva. A área de menor

pluviometria (1.200 – 1.300 mm) abrange 17,4% da região ARP e compreende parte do leito do rio Paraná e UEPGRHs do estado de São Paulo (10, 11, 12, 13 e 14). As áreas com maior volume de chuva (1.500 – 1.700 mm), identificadas a oeste/noroeste das UEPGRHs 1, 2 e 6 e a leste da UEPGRH 8, totalizam 16,1% da ARP.

Os períodos mais chuvosos identificados foram os anos de 2009 (1.740 mm) com chuva acima do intervalo médio (1.200 a 1.700 mm) em 58,1% da região ARP (UEPGRH 1, 2, 10 e 12), 1997 e 2017, ambos com chuva total equivalente a 1.560 mm e chuva acima da média nas UEPGRHs de Goiás e Mato Grosso do Sul (1 a 7). Com relação aos anos considerados secos, foi verificado 1999 (1.170 mm) como ano mais seco do período analisado, com 67,1% da região ARP (noroeste das UEPGRHs 1, 2, 6 e 7, e leste das UEPGRHs 8, 9, 10, 11 e 12) abaixo dos valores de chuva média (1.200 a 1.700 mm), além dos anos de 2019 (1.220 mm) e 2020 (1.210 mm), com 45% e 54,1% da área com índices anuais inferior à média, afetando principalmente as UEPGRHs 10 e 14 de forma consecutiva, sendo observado uma redução na quantidade de chuva que entra nos sistemas de vazão nos últimos anos.

A quantificação da média dos 31 anos (1990 a 2020), indicou que as unidades Baixo Paranaíba (GO) e Aporé (MS) como UEPGRHs de maior pluviosidade na região ARP, ambas totalizando 1.510 mm de chuva. Nas demais UEPGRHs localizadas em Mato Grosso do Sul as menores médias variaram entre 1.340 mm (Quitéria) e 1.390 mm (Pardo e Santana), localizadas na parte baixa do rio Paraná e próximas à sua cabeceira, e as maiores entre 1.410 mm (Verde) e 1.470 mm (Sucuriú). As unidades mineiras Baixo Rio Grande e Baixo Rio Paranaíba apresentaram valores médios de 1.400 mm e 1.440 mm, respectivamente, enquanto as UEPGRHs do estado de São Paulo apresentaram os menores índices de chuva, correspondentes à 1.270 mm (Baixo Tietê), 1.290 mm (São José dos Dourados), 1.310 mm (Aguapeí) e 1.320 mm (Peixe e Turvo-Grande).

Quanto ao mapeamento do IPN, em resumo, observou-se uma maior incidência de seca inicial à suave (desvio de -10 a -50%) nas UEPGRHs 3, 10, 11 e 12. Durante o ano crítico de 1999, a seca inicial a suave acometeu as 14 UEPGRHs, de forma integral ou parcial, atingindo 87,8% da região ARP. Já os anos de 2019 e 2020, apresentaram abrangência de seca inicial a suave em, respectivamente, 65,4% e 63,16% da área de estudo, atingindo em maior grau as UEPGRHs do Mato Grosso do Sul e São Paulo, caracterizando-as como piores secas dos últimos 31 anos em termos espaciais e temporais. Ainda, como destaque, observou-se que nos anos em que a

seca inicial + suave atingiram no mínimo 50% da área da ARP, o período foi classificado como sendo de crise hídrica (1999, 2002, 2019 e 2020).

Em suma, a metodologia empregada apresenta grande versatilidade de aplicação, uma vez que a análise de aglomerados possibilita testar a influência de diferentes características locais que influem no comportamento da precipitação, as quais podem ser determinadas de acordo com os atributos físicos da área investigada, antes do processo de estimação de dados.

Além disso, o teste de consistência regional baseado nas estatísticas-L permite a utilização do método em bacias com grande discrepância no tamanho das séries históricas, uma vez que os momentos-L são mais robustos e menos sensíveis ao tamanho das amostras que os momentos convencionais. Por fim, a metodologia faz uso da geoestatística, a partir de dados consistentes, para a interpolação de dados em locais não amostrados, permitindo a associação de erros às estimativas realizadas e a geração de mapas críticos úteis para os gestores de recursos hídricos.

6.3 O COMPONENTE CLIMÁTICO ENOS E EVENTOS DE SECAS

A análise comparativa entre os valores de chuvas anuais e as fases do ENOS não indicou influência direta na variação pluviométrica da região Alto Rio Paraná durante o período de 1990 a 2020. Contudo, os eventos chuvosos de 1997 e 2015 coincidiram com maiores intensidades de El Niño, enquanto anos mais secos como 1999, 2012 e 2020 coincidiram com ocorrência de La Niña.

A utilização do índice de Porcentagem Normal permitiu a identificação de áreas úmidas e secas em concordância com os eventos registrados por outros autores, apresentando-se útil na escala anual e de fácil aplicabilidade. As curvas acumuladas do IPN, relacionadas à variação do ION, não possibilitaram mais inferências a respeito da influência das fases do ENOS à ocorrência de seca, além das realizadas na análise dos totais de chuva anuais.

A incorporação de componentes climáticos na investigação de variáveis naturais é de extrema importância para aprimorar o entendimento do comportamento destes fenômenos e sua relação com a variabilidade hidroclimática no globo, uma vez que tais componentes se apresentam interligados com o sistema climático, hidrológico e a circulação geral da atmosfera, podendo assim auxiliar na tomada de decisão dos gestores de recursos hídricos, com base na observação de séries históricas

hidrológicas. Os resultados da análise do ENOS permitiram reforçar as inferências a respeito da associação das secas e o fenômeno La Niña na região ARP, conforme constatado por outros autores, indicando que a utilização do ION pode ser mais eficaz em escala mensal ou trimestral, para melhor detalhar a relação chuva-ENOS.

6.4 A ESCASSEZ PLUVIOMÉTRICA SOB A ÓTICA DAS UNIDADES DE GESTÃO

As Unidades de Planejamento e Gestão de Recursos Hídricos (UEPGRHs) no Brasil são delimitadas levando-se em consideração, além da divisão hidrográfica, o caráter econômico, social e cultural, permitindo que as bacias sejam agrupadas ou classificadas, conforme suas características físicas e territoriais, para auxiliar a gestão das águas no país.

Na região ARP foram identificados maiores percentuais de área seca acumulada, durante o período de 1990 e 2020, nas UEPGRHs 10 e 12 (> 800%), indicando-as como unidades de maior incidência de secas. Tais percentuais foram relacionados à densidade da rede observacional, identificando as UEPGRHs 7, 3, 4 e 12 como unidades mais críticas que necessitam de estudos que visem a gestão e mitigação de secas.

A partir da proposta da análise integrada da vulnerabilidade dos setores de recursos hídricos em relação à ocorrência de secas na região ARP, foram identificadas as UEPGRHs 11 (Baixo Tietê) e 14 (Turvo-Grande) como unidades mais críticas (2,25), apresentando vulnerabilidade a seca média à alta dos setores agrícola, hidroelétrico e abastecimento urbano, seguidas pelas UEPGRHs 10 (Aguapeí), 8 (Baixo Rio Grande), 12 (Peixe) e 13 (São José dos Dourados).

Essa classificação permite complementar a visão das agências de bacias a respeito das consequências das secas na gestão dos setores usuários, sendo extremamente importante em áreas como a RH Paraná de grande relevância para o Produto Interno Bruto (PIB) brasileiro. Assim, conclui-se que a capacidade de gestão das unidades hídricas, deve ser analisada sob diferentes perspectivas para aprimorar o uso da água na região Alto Rio Paraná, tendo em vista em que o cenário de secas indica uma persistência na diminuição das chuvas e que a rede observacional nacional, base para diversas pesquisas hidroclimáticas, é insuficiente e encontra-se cada vez mais defasada.

REFERÊNCIAS

- ACOSTA, O. E. C. **Informação Hidrometeorológica na regulação do setor elétrico brasileiro**: indicadores de avaliação de disponibilidade hídrica. 2014. 72 p. Relatório final de projeto de pesquisa (Pós-doutorado em Ciências Atmosféricas) – Universidade de São Paulo, Instituto de astronomia, geofísica e ciências atmosféricas, São Paulo, 2014.
- ALMEIDA, A. T. **Impactos do fenômeno El Niño Oscilação Sul na variabilidade climática e seus efeitos na produtividade da cultura da cana-de-açúcar em diferentes regiões brasileiras**. 2014. 101 p. Dissertação (Mestrado em Ciências – Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2014.
- AMORIM, P. B. DE; CHAFFE, P. L. B. Integrating climate models into hydrological modelling: What’s going on in Brazil? **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 24, p. 1-17, 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Catálogos de Metadados**. Unidade Hidrográfica, Região Hidrográfica, Gestão, Comitê de Bacia, 2014. GEOFT_UNIDADE_HIDRO_ESTADUAL. Disponível em: <<https://metadados.snirh.gov.br/geonetwork/srv/por/catalog.search#/home>>.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO - ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**: regiões hidrográficas brasileiras – Edição Especial. Brasília: ANA, 163 p, 2015.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Mudanças Climáticas e Recursos Hídricos**: avaliações e diretrizes para adaptação. Brasília: ANA, GGES, 93 p, 2016.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2019**: informe anual. Brasília: ANA, 100 p, 2019.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Resolução nº 77, de 1 de junho de 2021, da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico – ANA**, “Declara situação crítica de escassez quantitativa dos recursos hídricos na Região Hidrográfica do Paraná”, Diário Oficial da União em 01/06/2021, Brasília, DF. 2021a.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Monitor de Secas**. 2021b. Disponível em: <<https://monitordesecas.ana.gov.br/mapa?mes=11&ano=2021>>.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil 2021**: Relatório Pleno. Brasília: ANA, 2021c. Disponível em: <<https://relatorio-conjuntura-ana-2021.webflow.io/>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Atlas Água: segurança hídrica do abastecimento urbano**. Brasília: ANA, 332 p, 2021d. Disponível em: <https://metadados.snirh.gov.br/files/d77a2d01-0578-4c71-a57e-87f5c565aacf/ANA_ATLAS_Aguas_AbastecimentoUrbano2021.pdf>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. **Sistema Interligado Nacional**. 2021e. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/sar/sin>>.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA – ANEEL. **Atlas de energia elétrica do Brasil**. 2. Ed. Brasília: ANEEL, 243 p, 2005.

ARNELL, N. W. **Scenarios for hydrological climate change impact studies**. In.: OLIVER, H. R.; OLIVER, S. A. (org.). The role of water and the hydrological cycle in global change. NATO ASI Series. Series I: Global Environmental change, v. 31, 389-407 p, 1995.

ARNELL, N; LIU, C. **Hydrology and water resources**. In.: IPCC. Climate change 2001: Impacts, adaptation, and vulnerability. Cambridge: Cambridge UP, 191-234 p, 2001.

ARYAL, Y. N. et al. Long term changes in flooding and heavy rainfall associated with North Atlantic tropical cyclones: Roles of the North Atlantic Oscillation and El Niño-Southern Oscillation. **Journal of Hydrology**, v. 559, p. 698-710. 2018. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.02.072>>.

ASONG, Z. E., et al. Regionalization of precipitation characteristics in the Canadian Prairie Provinces using large-scale atmospheric covariates and geophysical attributes. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, 29, 875-892 p, 2015.

AZAM, M. F., et al. Snow and ice melt contributions in a highly glacierized catchment of Chhota Shigri Glacier (India) over the last five decades. **Journal of Hydrology**, vol 574. Jul/2019. 760-773 p. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.04.075>>.

AZEVEDO, A. L. La Niña e desequilíbrio na Amazônia dificultam saída da crise hídrica. **O Globo**. 2021. Disponível em: <<https://infoglobo.pressreader.com/o-globo>>.

BADRELDIN, G.H.; PING, F. Regional rainfall frequency analysis for the Luanhe Basin – by using L-moments and Cluster Techniques. **APCBEE Procedia**, 126-136 p, 2012. <doi: 10.1016/j.apcbee.2012.03.021>.

BARNSTON, A. How ENSO leads to a cascade of global impacts. ClimateWatch Magazine. **National Oceanic and Atmospheric Administration – NOAA**. 2014. <<https://www.climate.gov/news-features/blogs/enso/how-enso-leads-cascade-global-impacts>>.

BARREIRO, M.; CHANG, P.; SARAVANAN, R. Variability of the South Atlantic Convergence Zone simulated by an atmospheric general circulation model. **Journal of Climate**, v. 15, 745-763 p., 2002.

BASSO, R. E. **Estimativa de chuvas intensas em locais sem dados no Rio Grande do Sul**. 190 p., 2019. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) - Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Tecnologia, Santa Maria, 2019.

BATISTA, M. L. **Precipitação máxima diária anual na Região Sudeste do Brasil: distribuição de probabilidade e análise espacial**. 2013. 68 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

BECKER, A., 1992. Criteria for hydrologically sound structuring of large scale land surface process models. In: **Advances in theoretical hydrology**. Elsevier. 97-111 p.

BECKER, A., NEMEC, J. 1987. Macroscale hydrologic models in support to climate research. In: **Vancouver International Symposium**, 1987. The influence of climate change and climate variability: proc., Wallingford, IAHS n.168, 431-445 p.

BELLO, I. P. **Regionalização de chuva intensa para o estado de Minas Gerais**. 2019. 71 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. **El Niño e La Niña**: Impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 2003. 110 p.

BERNDT, C.; HABERLANDT, U. Spatial interpolation of climate variables in Northern Germany - Influence of temporal resolution and network density. **Journal of Hydrology**, vol. 15, 184-202 p. 2018. <<https://doi.org/10.1016/j.ejrh.2018.02.002>>.

BHATTI, A. M. et al. Climate change impact assessment on mountain snow hydrology by water and energy budget-based distributed hydrological model Journal of Hydrology. **Journal of Hydrology**, v. 543, B, p. 523-541, 2016.

BOLFE, E. L. **A evolução histórica dos Sistemas de Informações Geográficas**. Campinas: Embrapa Monitoramento por satélite, 2011. 20 p.

BORGES, de A. P.; CHAFFE, P. B. Towards a comprehensive characterization of evidence in synthesis assessments: the climate change impacts on the Brazilian water resources. **Climatic change**, v. 1, p. 1-21, 2019.

BORK, C. K. **Regionalização de vazões mínimas para o estado do Rio Grande do Sul**. 2018. 156 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos) – Universidade Federal de Pelotas, Centro de Desenvolvimento Tecnológico, Pelotas, 2018.

BRAGA, H. A.; MOLION, L. C. B. A seca de 2013/2014 na região Sudeste do Brasil. **Anuário do Instituto de Geociências**. V. 41, n. 1. 2018. DOI: <https://doi.org/10.11137/2018_1_100_107>.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Instrução Normativa nº 01**, de 24 de agosto de 2012 do Ministério da Integração Nacional, 2012. Disponível em: <http://www.mi.gov.br/documents/10157/3776390/Instru_Normativa_01.pdf/8634a6e3-78cc-422a-aa1d-7312ce7f1055>.

BRITO, S. S. B. et al. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 2, p. 517-529, 2018.

BUENO, J. C. M. et al. Fases do ENOS e características da precipitação pluvial e temperatura na região de Guarapuava, sul do Brasil. **Research, Society and Development**. Vol. 9, n. 5, 2020. 1-21 p. <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i5.3117>>.

CAPOTONDI, A. et al. Understanding ENSO diversity. **American Meteorological Society**. V. 96, ed. 6. 2015. 921-938 p. <<https://doi.org/10.1175/BAMS-D-13-00117.1>>.

CARDOSO, M. R. D., et al. Classificação climática de köppen-geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica**, Boa Vista, v. 8, n. 16, 2014, 40-55 p.

CARAM, R. O. **Reconstrução de séries e análise geoestatística da precipitação no estado de Minas Gerais**. 2007. 107 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

CARVALHO, J. R. P.; ASSAD, E. D.; PINTO, H. S. Interpoladores geoestatísticos na análise da distribuição espacial da precipitação anual e de sua relação com altitude. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. 47, n. 9. set. 2012. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2012000900008>>.

CARVALHO, K. S.; WANG, S. Characterizing the Indian Ocean sea level changes and potential coastal flooding impacts under global warming. **Journal of Hydrology**, vol. 569, fev./2019. 373-386 p.

CBH-AP – COMITÊ DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS AGUAPEÍ E PEIXE. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2019**. Ano Base: 2018. 82 p. Marília: CBH-AP. 2019.

CBH-BT – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO BAIXO TIETÊ. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2019**. Ano Base: 2018. 58 p. São José do Rio Preto: CBH-BT. 2019.

CBH-SJD – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO JOSÉ DOS DOURADOS. **Relatório de situação dos recursos hídricos UGRHI 18**. Ano Base: 2018. 116 p. São José do Rio Preto: CBH-SJD. 2019.

CBH-TG – COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA TURVO/GRANDE. **Relatório de situação dos recursos hídricos 2019**. Ano Base: 2018. 81 p. Birigui: CBH-TG. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo**. São Paulo: CETESB, 336 p, 2020.

CHRISTENSEN, N. S. et al. The Effects of Climate Change on the Hydrology and Water Resources of the Colorado River Basin. **Climatic Change**, 62, 337-363 p, 2004.

CLARK, I. **Practical geostatistics**. London: Applied Science Publishers, 129 p, 1979.

COELHO, A. C. et al. Unidades de planejamento e gestão de recursos hídricos: Uma proposta metodológica. In: Anais 7o Simpósio de Hidráulica e Recursos Hídricos dos Países de Língua Oficial Portuguesa, Silusba, Portugal. 2005.

COELHO, C. A. S. et al. A seca de 2013 a 2015 na região sudeste do Brasil. **Revista Climanalise**. 2016.

COLLISCHONN, W. **Simulação hidrológica de grandes bacias**. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2001. 194 p.

CRESSIE, N.A.C. **Statistics for spatial data**. New York, John Wiley & Sons, 920 p, 1991.

CUNHA, G. R. et al. El Niño/La Niña – Oscilação Sul e seus impactos na agricultura brasileira: fatos, especulações e aplicações. **Revista Plantio Direto**. 2011. 18-22 p.

DAD, S. BENABDESSELAM, T. Regional frequency analysis of extreme precipitation in northeastern Algeria. **Journal of Water and Land Development**. 2018, n. 39, 27-37 p. <DOI: 10.2478/jwld-2018-0056>.

DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA - DAEE. **Banco de dados hidrológicos**. Disponível em: <<http://www.hidrologia.daee.sp.gov.br/>>.

DAI, A. Drought under global warming: a review. **Rev. Clim. Chang**. 2011, vol. 2, 45-65 p. <DOI: 10.1002/wcc.81>.

DALRYMPLE, T. Flood frequency analysis. US Geological Survey. **Water Supply Paper**, 15433 A.

DAVEY, M. K.; BROOKSHAW, A.; INESON, S. The probability of the impact of ENSO on precipitation and near-surface temperature. **Climate Risk Management**. Vol. 1. 2014. 5-24 p. <<https://doi.org/10.1016/j.crm.2013.12.002>>.

DEBASTIANI, A. B. et al. Predições geoestatísticas e zonas de incerteza no inventário de povoamentos florestais. **Advances in Forestry Science**. V. 5, n. 1. 2018. 283-287 p. <DOI:10.34062/afs.v5i1.5692>.

DELHOMME, J. P. **Applications de la théorie des variables regionalisées dans les sciences de l'eau**. Tese (Doutorado). Paris: Université Pierre et Marie Curie. 1976. 130 p.

DITTUS, A. J. et al. Understanding the role of sea surface temperature-forcing for variability in global temperature and precipitation extremes. **Weather and Climate Extremes**. Vol. 21. Set/2018. 1-9 p. <<https://doi.org/10.1016/j.wace.2018.06.002>>.

DROGUE, G.; KHEDIRI, W. B. Catchment model regionalization approach based on spatial proximity: Does a neighbor catchment-based rainfall input strengthen the method? **Journal of Hydrology: Regional Studies**, 8, 2016. 26-42 p.

DUTTA, R.; MAITY, R. Time-varying network-based approach for capturing hydrological extremes under climate change with application on drought. **Journal of Hydrology**, v. 603, part B, 2021. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2021.126958>>.

ELESBON, A. A. A. et al. Multivariate statistical analysis to support the minimum streamflow regionalization. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.35, n.5, p.838-851, 2015.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5. ed. Brasília: Embrapa, 356 p, 2018.

FANG, X.; POMEROY, J. W. Diagnosis of future changes in hydrology for a Canadian Rockies headwater basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, 24. 2020. 2731-2754 p. <<https://doi.org/10.5194/hess-24-2731-2020>>.

FANSHAWE, T.R.; DIGGLE, P.J. Bivariate geostatistical modelling: A review and an application to spatial variation in radon concentrations. **Environ. Ecol. Stat.** 2012, 19, 139–160 p. <doi.org/10.1007/s10651-011-0179-7>.

FERNANDES, D. S. et al. **Índices para a quantificação da seca**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 48 p, 2009.

FERREIRA, C. C. **Proposta de zoneamento ambiental das paisagens para o alto curso da bacia hidrográfica do rio Sucuriú, Mato Grosso do Sul, Brasil**. 2016. 211 p. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente, 2016.

FUJITA, R. H. **Geomorfologia e evolução quaternária da calha do Alto Rio Paraná, no segmento livre de barramentos, entre os reservatórios de Porto Primavera e Itaipu**. 2014. 110 f. Tese (Doutorado em Geociências e Meio Ambiente) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2014.

FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS – FGV. **Plano Nacional de Recursos Hídricos** – Contrato Administrativo Nº 003/96 – Relatório de Consolidação dos Trabalhos Realizados e R.H. Paraná. São Paulo: 1998.

CINGRAS, D.; ADMOWSKI, K. Homogeneous region delineation based on annual flood generation mechanisms. **Hydrological Sciences Journal**. V. 38, 2, 1993. 103-121 p. <DOI:<https://doi.org/10.1080/02626669309492649>>.

GOIS, G. de. **Caracterização da seca e seus efeitos na produção da cultura do milho para as diferentes regiões do estado de Minas Gerais**. 2005. 81 p. Dissertação (Mestrado em Meteorologia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

GOMES, E. P., et al. Formação de regiões homogêneas de precipitação por agrupamento fuzzy c-means. In: **XIII Congresso Nacional de Meio Ambiente de Poços de Caldas**, 2016, Poços de Caldas. Anais... Poços de Caldas, 2016.

GREENWOOD, J. A., et al. Probability weighted moments: Definition and relation to parameters of several distributions expressible in inverse form. **Water Resources Research**. V. 15, n. 5, 1979. 1049-1054 p.

GUHA-SAPIR, D., et al. **Annual Disaster Statistical Review 2011**: the numbers and trends. CRED, Brussels, 2012. Disponível em: <http://www.cred.be/sites/default/files/ADSR_2011.pdf>

HAO, Z. H. et al. Quantifying the relationship between compound dry and hot events and El Niño–southern Oscillation (ENSO) at the global scale. **Journal of Hydrology**, v. 567, out./2018, p. 332-338. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.10.022>>.

HARTIGAN, J. A., **Clustering Algorithms**, Wiley, New York, 1975, apud Statsoft Inc., Electronic Statistics Textbook, Statsoft, Tulsa, OK, Estados Unidos. (<http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html>).

HAYES, M. J. 2006. Drought Indices. **Van Nostrand's Scientific Encyclopedia**. Hoboken: John Wiley & Sons, Inc. <Doi: 10.1002/0471743984.vse8593>.

HENGL, T. **A practical guide to geostatistical mapping**, ed. 2, 292 p. Luxemburgo: OPEC, 2009.

HELLIES, M. **Extreme rainfall regime characterization in Sardinia using daily rainfall data**. 2015. 249 p. Tese – (Doutorado em Engenharia de Pesquisa do Território) – Università degli Studi di Cagliari. Sardenha. 2015.

HER, Y. et al. Uncertainty in hydrological analysis of climate change: multiparameter vs. multi-GCM ensemble predictions. **Scientific Reports**. 9. 1-22 p. 2019.

HERNANDES, A. et al. Uso da água na bacia hidrográfica do Turvo/Grande – SP. **XVI Congresso Nacional de Irrigação e Drenagem**. CONIRD 2006. Goiânia. 2006.

HOSKING, J.R.M. The theory of probability weighted moments. **Research Report**. RC 12210. Yorkton Heights: IBM Research Division, 160 p, 1986.

HOSKING, J.R.M. Fortran routines for use with the method of L-moments. **Research report**. RC 20525(90933) 8/5/96, revision 7/25/05. IBM Research Division, 33 p, 2005.

HOSKING, J.R.M.; WALLIS, J.R. **Regional frequency analysis**: an approach based on L-moments. Cambridge University Press, Cambridge, 224 p, 1997.

HU, Q. et al. Rainfall Spatial Estimations: A Review from Spatial Interpolation to Multi-Source Data Merging. **Water**, vol. 11, ed. 579. 1-30 p. 2019. <doi:10.3390/w11030579>.

HUIJBREGTS, C.J. **Regionalized variables and quantitative analysis of spatial data**. In: DAVIS, J.C. & MC CULLAGH, M. J. (ed.) Display and analysis of spatial data. John Wiley, 38 - 53 p., 1975.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Censo Brasileiro de 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2012.

INSTITUTO NACIONAL DE GESTÃO DE CALAMIDADES - INGC. **Plano de Contingência: Época chuvosa e de ciclones 2003/2004**. República de Moçambique. 12p., 2003.

IPCC. Resumo para Decisores. In.: **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribuição do Grupo de Trabalho I para o Quinto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas - Cambridge University Press, Cambridge, Reino Unido e Nova Iorque, NI, EUA, 2013. 203 p.

IPCC. **Climate change 2014: Synthesis report**. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 2014. 151 p.

Irwin, Sarah E. **Assessment of the Regionalization of Precipitation in Two Canadian Climate Regions: A Fuzzy Clustering Approach**. 2015. Electronic Thesis and Dissertation Repository. 3052. <<https://ir.lib.uwo.ca/etd/3052>>.

ITAIPU. Bacia do Rio Paraná. **Itaipu Binacional**, 2020. Disponível em: <<https://www.itaipu.gov.br/energia/bacia-do-rio-parana>>.

IWASHIMA.; YAMAMOTO. T. A statistical analysis of the extreme events: long-term trend of heavy daily precipitation. **J. Meteorol. Soc. Japan**, 71. 637-640 p., 1993. <https://doi.org/10.2151/jmsj1965.71.5_637>.

JAHN, M. Economics of extreme weather events: Terminology and regional impact models. **Weather and Climate Extremes**. 2015. 29-39 p. <<https://doi.org/10.1016/j.wace.2015.08.005>>.

JARDIM, C. H. A crise hídrica no sudeste do Brasil: aspectos climáticos e repercussões ambientais. **Revista tamoios**, São Gonçalo, RJ. v. 11, n. 2, 67-83 p. 2015. <DOI: 10.12957/tamoios.2015.16517>.

JIN, F. F. An equatorial ocean recharge paradigm for ENSO. Part I: Conceptual model. **J. Atmos. Sci.**, 54, 811-829 p., 1997.

JOURNEL, A. G.; HUIJBREGTS, C. J. **Mining Geostatistics**. New York: Academic Press. 1993.

JUNQUEIRA, R. **Índices de severidade de seca para a bacia hidrográfica do rio Tocantins**. 2019. 78 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Hídricos em Sistemas Agrícolas) – Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2019.

KARL. et al. Decreasing diurnal temperature range in the United States and Canada from 1941-1980. **J. Clim. Appl. Meteorol.**, 23, 1489-1504 p. 1984.
<[https://doi.org/10.1175/1520-0450\(1984\)023<1489:DDTRIT>2.0.CO;2](https://doi.org/10.1175/1520-0450(1984)023<1489:DDTRIT>2.0.CO;2)>.

KAZAMA, S.; OKI, T. The effects of climate change on water resources. **Global Environmental Research**. 2006. 201-206 p.

KIM, T. W.; JEHANZAIB, M. Drought risk analysis, forecasting and assessment under climate change. **Water** (Switzerland), [S. l.], v. 12, n. 7, 1–7 p., 2020. <DOI: 10.3390/W12071862>.

KOBIYAMA, M. et al. **Prevenção de desastres naturais**: conceitos básicos. Curitiba: Organic Trading. 1. Ed, 2006. ISBN – 85-87755-03-X.

KRIGE, D. G. A statistical approach to some basic mine evaluation problems on the Witwatersrand. **Journal South African**. Institute. Mining Mettall, n. 52, p. 119-139, 1951.

KUMAR, P.; LIU, W.; CHU, X.; ZHANG, Y.; LI, ZHIHUI. Integrated water resources management for an inland river basin in China. **Watershed Ecology and the Environment**, v. 1, 2019, 33-38 p. <<https://doi.org/10.1016/j.wsee.2019.10.002>>.

KUNDZEWICZ, Z. W. et al. Uncertainty in climate change impacts on water resources. **Environmental Science & Policy**, v. 79, p. 1-8, 2018.

LACOSTE, Y. **La géographie, ça sert, d'abord, à faire la guerre**. Paris: François Maspero, 1 ed. 1976.

LAFFOLEY, D.; BAXTER, J. M. (orgs). **Explaining ocean warming**: Causes, scale, effects and consequences. Full report. Gland, Switzerland: IUCN. 2016. 456 p.

LANDIM, P. M. B. Sobre geoestatística e mapas. **Terrae Didatica**. 2 (1). 19-33 p. 2006. <<http://www.ige.unicamp.br/terraedidatica/>>.

LANDIM, P.M.B. **Introdução à análise estatística de dados geológicos multivariados**. DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Texto Didático 15, 229 p. 2010. Disponível em:
<<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/DIDATICOS/LANDIM/MULTIVAR.pdf>>.

LANDIM, P. M. B. **Análise estatística de dados geológicos**. UNESP. 1998.

LI, X. et al. The Relationship between Contiguous El Niño and La Niña Revealed by Self-Organizing Maps. **Journal of Climate**. Vol. 28. 2015. 8118-8134 p.
<<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-15-0123.1>>.

LIMA, R. P. C. **Avaliação de Índices de severidade de seca na bacia do rio Doce visando ao desenvolvimento de sistema de classificação de secas**. 98 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2016.

LIMA, R. P. C. **Avaliação de índices de severidade de seca na bacia do rio Doce visando ao desenvolvimento de sistema de classificação de secas, Viçosa, MG**, 2016, 98 p. Dissertação de Mestrado (Universidade Federal de Viçosa). Departamento de Engenharia Agrícola. Minas Gerais. 2017.

LIMA, C.G.R. et al. Variabilidade espaço-temporal das águas subterrâneas do aquífero Bauru impróprias para o consumo humano: concentrações de Bário, Crômio Total e Vanádio. **Pesquisa em Geociências**, v. 47, n. 2, 2020.

LIN, J.; QIAN, T. Switch between El Niño and La Niña is caused by subsurface ocean waves likely driven by lunar tidal forcing. **Science Report**. 9, 13106. 2019. <<https://doi.org/10.1038/s41598-019-49678-w>>.

LINDSEY, R. **National Oceanic and Atmospheric Administration**. U.S. Department of Commerce. Climate Change: Ocean Heat Content. 2020. <<https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-ocean-heat-content>>.

LIU, D. et al. Assessing the effects of adaptation measures on optimal water resources allocation under varied water availability conditions. **Journal of Hydrology**, Vol. 556, jan/2018. 759-774 p.

LOBEL, F. et al. **Drought in Southeast Brazil Hits 133 Cities with consequences for the economy**. 2014.

LU, Y. **Regional Flood Frequency Analysis for New foundland and Labrador Using the L-Moments Index-Flood Method**. Faculty of Engineering and Applied Science Memorial University of Newfoundland. St. John's. 2016. 211 p.

MACEDO, L. G. M. et al. Geoestatística aplicada a Hidrogeologia para confecção de mapas potênciométricos. **XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas**. 12 p. 2014.

MACKAY, J. D. et al. Future evolution and uncertainty of river flow regime change in a deglaciating river basin. **Hydrology and Earth System Sciences**, 23. 2019, 1833-1865 p. <<https://doi.org/10.5194/hess-23-1833-2019>>.

MACQUEEN, J. B. **Some methods for classification and analysis of multivariate observations**. In L. M. Le Cam & J. Neyman (Eds.), Proceedings of the fifth Berkeley symposium on mathematical statistics and probability. v. 1. California: University of California Press. 281–297 p. 1967.

MAKARA, C. N. et al. Previsão espacial dos teores de elementos-traço em depósitos de veículos com base em modelagem geoestatística. **Revista Ibero Americana de**

Ciências Ambientais, v.11, n.5, p.317-330, 2020. DOI:
<<http://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0029>>.

MALFATTI, M. G. L. et al. Identificação de regiões pluviométricas homogêneas na Bacia do Rio Paraná. **Geociências**, v. 37, n. 2, 409-421 p. São Paulo, 2018.
MAPBIOMAS – Coleção 6.0 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. 2019.

MARCUZZO, F. F. N.; ROMERO, V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Meteorologia**. Vol. 28, n. 4, 2013. 429-440 p. <<https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000400009>>.

MARENGO, J. A. et al. Two contrasting severe seasonal extremes in tropical South America in 2012: flood in Amazonia and drought in northeast Brazil. **Journal of Climate**. 26, 2013. 9137-9154 p.

MARENGO, J. A. et al. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. Rede Clima. INCT. **Mudanças Climáticas**. 33 p. 2015.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **Geosp – Espaço e Tempo** (Online), v. 19, n. 3, p. 485-494, mês. 2016. ISSN 2179-0892.

MATHERON, G. **Traité de Géostatistique Appliquée** – Tome I. Paris, Editions Technip. 333 p. 1962.

MATO GROSSO DO SUL. Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul/IMASUL. Diretoria de Licenciamento. **Relatório de Qualidade das Águas Superficiais do Estado de Mato Grosso do Sul**, MS, 2014/2015 Campo Grande, MS, 2016. 185 p.

MEDEIROS, E. S. et al. Modeling spatiotemporal rainfall variability in Paraíba, Brazil. **Water**, vol. 11, 1843. 2019. <[doi:10.3390/w11091843](https://doi.org/10.3390/w11091843)>.

MELLO, C. R.; SILVA, A. M. **Hidrologia: princípios e aplicações em sistemas agrícolas**. Lavras: Ed. UFLA, 2013, 455p.

MELO, D. C. D. **Propagação de secas na bacia do rio Paraná: do evento climático ao impacto hidrológico**. 2017. 182 p. Tese (Doutorado em Engenharia Hidráulica e Saneamento) - Universidade de São Paulo, Escola de Engenharia de São Carlos. São Carlos, 182 p. 2017.

MEDIONDO, E. M.; TUCCI, C. E. M. **Escalas Hidrológicas I: conceitos**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol. 2, n. 2, jul./dez. 1997. 59-79 p.

MENDONÇA, F. et al. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil**. Oficina de Textos, São Paulo, 2007.

MERCHANT, C. J. et al. **Global sea surface temperature**. In.: HULLEY, G. C.; GHENT, D. (orgs). Taking the temperature of the Earth: Steps towards integrated

understanding of variability and change. Elsevier. 2019. 5-55 p.
<<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-814458-9.00002-2>>.

MINUZZI, R. B. et al. Influência do fenômeno climático El Niño no período chuvoso da região Sudeste do Brasil. **Geografia**. V. 15, n. 2, jul./dez. 2006. 5-19 p.

MOREIRA, S. F. et al. A influência dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a dinâmica climática da região Amazônica. **Multidisciplinary Reviews**. v. 1, 1 - 7 p. 2018. <DOI:10.29327/multi.2018014>.

MUTHUSAMY, M. et al. Geostatistical upscaling of rain gauge data to support uncertainty analysis of lumped urban hydrological models. **Hydrol. Earth. Syst. Sci.**, vol. 21, 1077-1091 p. 2017. <doi:10.5194/hess-21-1077-2017>.

NAGHETTINI, M; PINTO, É. J. A. **Hidrologia estatística**. Belo Horizonte: CPRM, 2007. 552 p.

NATHAN, R.J.; MCMAHON, T.A. Evaluation of Automated Techniques for Base Flow and Recession Analyses. **Water Resources Research**, 26, 1465-1473 p. 1990.

NATURAL ENVIRONMENT RESEARCH COUNCIL - NERC. **Flood Studies Report**. v. 1, 1975.

NEELIN, J. D. The slow sea surface temperature mode and the fast-wave limit: analytic theory for tropical interannual oscillations and experiments in a hybrid coupled model. **J. Atmos. Sci.** 48, 584–606 p. 1991.

NELSON, S. A. **The ocean-atmosphere system**. Class notes Natural Disasters. Tulane University, Department Earth & Environmental Sciences. New Orleans. 2016.

NERY, J. T. et al. Distribuição da precipitação pluvial no estado de São Paulo. Simpósio. **Climatologia Geográfica**. 10 p. 2004.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **El Niño and La Niña: Frequently asked questions**. 2016. < <https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/el-ni%C3%B1o-and-la-ni%C3%B1a-frequently-asked-questions>>.

NOAA - National Oceanic and Atmospheric Administration. **Climate Prediction Center**. El Niño - Southern Oscillation.
<https://origin.cpc.ncep.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ONI_v5.php>. 2021.

NULL, J. **El Niño and La Niña years and intensities**. Golden Gate Weather Services. 2020. <<https://ggweather.com/enso/oni.htm>>.

OLIVEIRA, L. F. C. **Chuvas extremas no Brasil: modelos e aplicações**. Lavras: Editora UFLA. 2019. 388 p.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO - **ONS**. 2021.
<<http://www.ons.org.br/>>.

"ORGANIZAÇÃO METEOROLÓGICA MUNDIAL - OMM. **Methods of observation**. In: Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information. 6. ed. Geneva, Switzerland, 2008. v. 1, cap. 2, p. 24-27. (WMO - n. 168). <http://www.whycos.org/chy/guide/168_Vol_I_en.pdf>.

PAGLIERO, L. et al. Investigating regionalization techniques for large-scale hydrological modelling. **Journal of Hydrology**. 2019. 220-235 p.
<<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2018.12.071>>.

PARH/AGBP. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Claro, Verde, Correntes e Apore ou Afluentes Goianos do Baixo Paranaíba** – PRH Paranaíba. ANA, 2013. 180 p.

PARH/AMBP. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Afluentes Mineiros do Baixo Paranaíba** – PRH Paranaíba. ANA, 2013. 189 P.

PARH/SANTANA-APORÉ. **Plano de Ação de Recursos Hídricos da Unidade de Gestão Hídrica Santana-Aporé** – PRH Paranaíba. ANA, 2013. 165 p.

PENMAN, H. L. Natural evaporation from open water, bare soil and grass. **Proc. Roy. Soc. Lond. Math. Phys. Sci.**, 193 (1032) (1948), 120-145 p. 1948.

PEREIRA, D. N. B.; NEVES, G. Z. F.; VECCHIA, F. A. D. Variabilidade climática e a influência do ciclo nodal lunar. Os desafios da geografia física na fronteira do conhecimento. **Instituto de Geociências** - Unicamp. Campinas. 2698 - 2704 p.
<<https://doi.org/10.20396/sbgfa.v1i2017.2448>>.

PERH/GO. Produto 5: **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Goiás**. Revisão Final: set. 2015. 290 p.

PERH/IGAM. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais**. Instituto Mineiro de Gestão das Águas. Belo Horizonte: IGAM, 2010. 518 p.

PERH/MS. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Mato Grosso do Sul**. Secretaria de Estado de Meio Ambiente, do Planejamento, da Ciência e Tecnologia e Instituto de Meio Ambiente de Mato Grosso do Sul. Campo Grande: UEMS, 2010. 194 p.

PERH/SP. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de São Paulo**. PERH 2016-2019. Secretaria Estadual de Saneamento e Recursos Hídricos. São Paulo: SSRH, 2017. 251 p. <<http://www.sigrh.sp.gov.br/>>.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 2002. 309 p.

PIRH/GRANDE. **Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Grande** – Relatório Final. ANA; CBH – Rio Grande, 2017. 310 p.

PNRH. **Caderno da Região Hidrográfica do Paraná. Plano Nacional de Recursos Hídricos**. Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos. Brasília: MMA, 2006. 240 p.

PNRH-DBR. **Documento Básico de Referência do Plano Nacional De Recursos Hídricos** – PNRH-DBR (2005). SRH/MMA/ANA/ CNRH, versão repassada pela SRH em maio de 2005.

PEDREIRA JUNIOR, A. L. et al. Influence of El Niño and La Niña phenomena on seasonality of the relative frequency of rainfall in southern Amazonas mesoregion. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 25, e. 24, p. 1-8. Porto Alegre. 2020.

PRUSKI, F. F. et al. Extrapolação de equações de regionalização de vazões mínimas: Alternativas para atenuar os riscos. **Water Sources and Irrigation Management** – V. 1 – no 1 –Campina Grande, PB, UFRB/INS, 51-59 p. 2012.

QGIS. Equipe de Desenvolvimento, 2021. **Sistema de Informação Geográfica QGIS**. Fundação Geoespacial de Código Aberto. <<http://qgis.org>>.

RAFEE, S. A. A. et al. Large-Scale Hydrological Modelling of the Upper Paraná River Basin. **Water**. Vol. 11, 882. 2019. 1-20 p. <<https://doi.org/10.3390/w11050882>>.

RAO, A.R.; SRINIVAS, V.V. Regionalization of watersheds by fuzzy cluster analysis, **Journal of Hydrology**. 318, 57-79 p. 2006.

RASHEED, A. et al. A Novel Approach for Delineation of Homogeneous Rainfall Regions for Water Sensitive Urban Design: A Case Study in Southeast Queensland. **Water**. 2019, v. 11. <[doi:10.3390/w11030570](https://doi.org/10.3390/w11030570)>.

REN, H.; JIN, F. Recharge oscillator mechanisms in two types of ENSO. **J. Climate**, 26, 6506–6523 p. <<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-12-00601.1>>.

REN, F. et al. A research progress review on regional extreme events. **Advances in Climate Change Research**. 2018. 161-169 p. <<https://doi.org/10.1016/j.accre.2018.08.001>>.

RENÓ, V. F. et al. Caracterização espectral das águas da Planície do Rio Paraná a partir de imagens Landsat TM. **Anais XIV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, Natal, Brasil, 25-30 abril 2009, INPE, p. 4821-4828.

RITCHIE, B. W. Chaos, crises and disasters: a strategic approach to crisis management in the tourism industry. **Tourism Management**, v. 25, n. 6, p. 669–683, 2004.

ROBERTSON, G. P. **GS+: geostatistics for environmental sciences**. 7.ed. Michigan: Gamma Desing Software, 2004. 159 p.

ROCHA, P. C.; SANTOS, A. A. dos. Hydrological analysis in water basins. **Mercator**. Fortaleza, v. 17, e17025, 2018. 1-18 p. <<https://doi.org/10.4215/rm2018.e17025>>.

SALEHNIA, N. et al. Estimation of meteorological drought indices based on AgMERRA precipitation data and station-observed precipitation data. **Journal of Arid Land**. 2017, v. 9, n. 6. 797-809 p. <<https://doi.org/10.1007/s40333-017-0070-y>>.

SALGUEIRO, J. H. P. B. **Avaliação de Rede Pluviométrica e Análise de Variabilidade Espacial de Precipitação: Estudo de Caso na bacia do rio Ipojuca em Pernambuco**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal de Pernambuco, Recife. 124 p. 2005.

SALLUN, A. E. M. et al., J. C. Proposição formal do Alogrupo Alto Rio Paraná (SP, PR e MS). **Revista do Instituto de Geociências – USP**. Vol. 7, n. 2. Out/2007, 49-70.

SANTOS, J. G.; FERREIRA, V. O. A variabilidade pluviométrica na Mesorregião do Triângulo Mineiro, Alto Paranaíba, MG. **GeoTextos**. v. 12, n. 1. 2016. <<https://doi.org/10.9771/1984-5537geo.v12i1.15791>>.

SATYANARAYANA, P.; SRINIVAS, V. V. Regional frequency analysis of precipitation using large-scale atmospheric variables. **J. Geophys. Res.**, 113, pp. D24110. 2008. <[doi:10.1029/2008JD010412](https://doi.org/10.1029/2008JD010412)>.

SATYANARAYANA, P.; SRINIVAS, V. V. Regionalization of precipitation in data sparse areas using large scale atmospheric variables—A fuzzy clustering approach. **J. Hydrol.**, 405, 462–473 p. 2011.

SCHOPF, P. S.; SUAREZ, M. J. Vacillations in a coupled ocean-atmosphere model. **J. Atmos. Sci.**, 45, 549-567 p. 1988.

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE DOS RECURSOS HÍDRICOS – SEMARH. **Proposta de instituição do Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios do Sudoeste Goiano** – CBH Sudoeste Goiano. set. 2011. 25 p.

SHI, W.; LU, C.; WERNER, A. D. Assessment of the impact of sea-level rise on seawater intrusion in sloping confined coastal aquifers. **Journal of Hydrology**. Vol 586, July/2020. 124872.

SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS – **SEADE**. 2018. <<https://www.seade.gov.br/>>.

SILVA, L. F. de S. D. **Formação Serra Geral (Cretáceo, Bacia do Paraná): um modelo análogo para reservatórios não convencionais fraturados**. 2015. 73 f. Monografia (Bacharel em Geologia) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto de Geociências, Porto Alegre, 2015.

SILVA, L. R. S. Monitoramento hidrometeorológico no Brasil: uma análise sob a ótica da coordenação de políticas públicas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, 18, ed. 3. 2021.<.21168/reg.a.v18e3>.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE RECURSOS HÍDRICOS - SNIRH. **Hidroweb. v. 3.2.6.** Sistema de informações hidrológicas. <<https://www.snirh.gov.br/hidroweb/serieshistoricas>>.

SRINIVAS, V. V. Regionalization of Precipitation in India - A Review. **Journal of the Indian Institute of Science**, 93(2): 153-162 p. 2013.

STAGL, J. et al. Effects of climate change on the hydrological cycle in Central and Eastern Europe. In.: RANNOW, S.; NEUBERT, M. (eds). Managing protected areas in Central and Eastern Europe under climate change. **Advances in Global Change Research**, v. 58. Springer, Dordrecht. 2014. 31-43 p.

STEPHENS, G. L. et al. Earth's water reservoirs in a changing climate. **Proceedings of the Royal Society A**. 476: 20190458. 2020. 34 p. <<https://doi.org/10.1098/rspa.2019.0458>>.

STEVAUX, J. C. Climatic events during the Late Pleistocene and Holocene in the Upper Parana River: Correlation with NE Argentina and South-Central Brazil. **Quaternary International**, v. 72, p. 73–85, 2000.

STURARO, J. R. **Apostila de geoestatística básica**. 34 p. 2015. Disponível em: <<http://igce.rc.unesp.br/Home/Departamentos47/geologiaaplicada/apostila-basica.pdf>>.

TAKAHASHI, K. **Modelos climáticos y sus errores promedio en el Pacífico**. Boletín Técnico "Generación de modelos climáticos para el pronóstico de la ocurrencia del Fenómeno El Niño", Instituto Geofísico del Perú, Junio, 2, 6, 4-8 p. 2015.

TASKER, G. D., Simplified testing of hydrologic regression regions. **Journal of Hydraulics Division**, ASCE, V. 108, n. 10, 1218-1222 p. 1982.

TEIXEIRA, C. F. A. et al. Intensidade da seca utilizando índices de precipitação. **Ver. Ambient. Água**. Dez./2013, vol. 8, n. 3, 203-213 p. <doi:10.4136/1980-993X>.

THOMAS, J.; PRASANNAKUMAR, V. Temporal analysis of rainfall (1871-2012) and drought characteristics over a tropical monsoon-dominated State (Kerala) of India. **Journal of Hydrology**. 534, 2016, 266-280 p. <<https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2016.01.013>>.

TRENBERTH, K. E. The **Definition of El Niño**. Bulletin of the American Meteorological Society. Vol. 78, N° 12. Dez/1997. 2771-2777 p.

TRYON R.C., **Cluster Analysis**, Edwards Brothers, Ann Arbor, MI, EUA,1939.

TUCCI, C. E. M. **Impactos da variabilidade climática e do uso do solo nos recursos hídricos**. Brasília: Fórum Brasileiro de Mudanças Climáticas, 2002. 150 p.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia: ciência e Aplicação**. Porto Alegre: ABRH/UFRGS, 944 p. 2009.

VERSIONI, B. R.; CARNEIRO, R. M. F. Identificação de regiões homogêneas na análise regional de precipitações e de vazões máximas na bacia do rio São Francisco, Minas Gerais. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 6, n. 3, 67-80 p. 2001.

VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. **Meteorologia básica e aplicações**. Viçosa, UFV: Imprensa Universitária, 2000. 449 p.

VICENTE, G. Z. et al. Variabilidade espacial e temporal no Nitrato e Cloreto no Sistema Aquífero Bauru, estado de São Paulo. **Águas Subterrâneas**. V. 32, n. 3, p. 295-306. 2018.

VILELLA, S. M.; MATTOS, A. **Hidrologia aplicada**. São Paulo: McGraw-Hill, 1975. 245 p.

WARD, J. H. Hierarchical grouping to optimize an objective function. **Journal of the American Statistical Association**, v. 58, p. 236 – 244. Mar. 1963.

WAYLEN, P.; WOO, M. Prediction of annual floods generated by mixed processes. **Water Resources Research**, 18(4), 1283-1286 p. 1982.

WESCHENFELDER, A. B. et al. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Equações Intensidade-Duração-Frequência. Município: Porto Alegre, Estação Pluviográfica: Porto Alegre, Código 03051011. CPRM/SGB. Porto Alegre. 2015.

WILHITE, D.A.; GLANTZ, M.H. Understanding the drought phenomenon: The role of definitions. **Water International**. 10, 111-120 p. 1985.

WILLEKE, G.; HOSKING, J. R. M.; WALLIS, J. R. **The national drought atlas**. In: Institute for Water Resources Report 94-NDS-4. U.S Army Corp of Engineers. Norfolk, VA. 1994.

WOLFF, W. **Avaliação e nova proposta de regionalização hidrológica para o Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) – Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2013, 111 p.

WOLFF, W.; DUARTE, S.N.; MINGOTI, R. Nova metodologia de regionalização de vazões, estudo de caso para o Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 19, n. 4, p.21-33, 2014.

WU, X.; OKUMURA, Y. M.; DINEZIO, P. N. What controls the duration of El Niño and La Niña events? **Journal of Climate**. Vol. 32, 2019. 5941-5965 p.
<<https://doi.org/10.1175/JCLI-D-18-0681.1>>.

YADUVANSHI, A.; SINHA, A. K. Extreme event characterization for the river basins of Eastern Indian Gangetic Plains. **Hydrology Research**. 49 (1), 210-221 p. 2018. <DOI:<https://doi.org/10.2166/nh.2017.211>>.

YAMAMOTO, J. K.; LANDIM, P. M. B. **Geoestatística: conceitos e aplicações**. São Paulo: Oficina de Textos, 2013. 215 p.

YASSUDA, E. R. Gestão de recursos hídricos: fundamentos e aspectos institucionais. **Rev. Adm. Púb.**, Rio de Janeiro, 27 (2), abr./jun. 1993. 5-18 p.

YIN, J. et al. Evaluating the cascading impacts of sea level rise and coastal flooding on emergency response spatial accessibility in Lower Manhattan, New York City. **Journal of Hydrology**, vol 555, dec/2017. 648-658 p.

ZALIK, K. ZALIK, B. **Validity index for clusters of different sizes and densities**. Pattern Recognition Letters, 32, 221–234 p. 2011. <doi:10.1016/j.patrec.2010.08.007>.

ZAVATTINI, J. A. **As chuvas e as massas de ar no estado de Mato Grosso do Sul: estudos geográficos com vista à regionalização climática**. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009.

ZIMBACK, C. R. L. **Análise espacial de atributos químicos de solos para fins de mapeamento da fertilidade do solo**. 2001. 114f. Tese (Livre-Docência) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2001.