

XIX Simpósio
Brasileiro de
Geografia
Física Aplicada

SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA
APLICADA - SBGFA

Antropoceno: das transformações às
metamorfozes das paisagens e do mundo

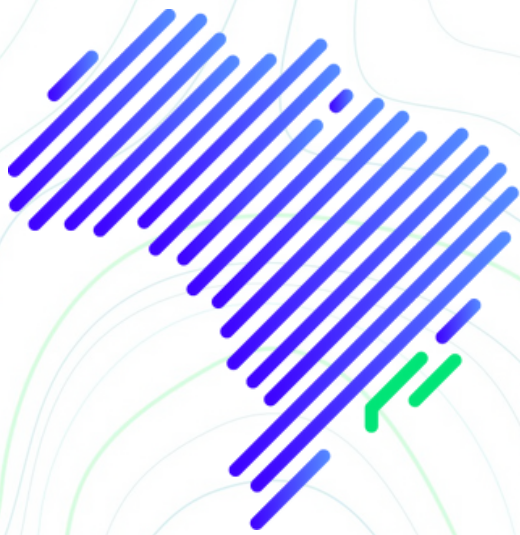
VOLUME 1 / NÚMERO XIX / ANO 2022

Realização:



IGEG
Instituto de Geografia

PPGEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA | UERJ



**XIX Simpósio
Brasileiro de
Geografia
Física Aplicada**

**SIMPÓSIO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA FÍSICA
APLICADA - SBGFA**

**UERJ / RIO DE JANEIRO / BRASIL
07 a 13 de novembro de 2022**

**Antropoceno: das transformações às
metamorfoses das paisagens e do mundo**

www.xixsbgfa.com.br

ISSN: 2236-5311

VOLUME 1 / NÚMERO XIX / ANO 2022

Realização:



IGEG
Instituto de Geografia

PPGEO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA | UERJ



**XIX Simpósio
Brasileiro de
Geografia
Física Aplicada**

EXPEDIENTE

COMISSÃO ORGANIZADORA NACIONAL:
Associação Brasileira de Geografia Física

COMISSÃO ORGANIZADORA LOCAL:
Universidade do Estado do Rio de Janeiro
Instituto de Geografia
Departamento de Geografia Física
Programa de Pós-Graduação em Geografia

Coordenação Geral:
Prof. Dr. Antonio Carlos Oscar Júnior (UERJ)

Coordenação Adjunta:
Profa. Dra. Cássia Barreto Brandão (UERJ)
Prof. Dr. Thiago Pereira da Silva (UERJ)

Divisão de Secretaria, Comunicação Social e Cultural:
Prof. Dra. Simone Lisboa (UERJ)
Prof. Dr. Rodrigo Paixão (PUC-Rio)

Divisão de Tesouraria:
Prof. Dr. Antônio Soares da Silva (UERJ)

Divisão Científica:
Profa. Dra. Nadja Castilho (UERJ)
Prof. Dr. Achilles Chirol (UERJ)

Divisão de infraestrutura e logística:
Profa. Dra. Marta Foeppe (UERJ)
Prof. Dr. Leandro Andrei (UERJ)



XIX Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada

COMISSÃO CIENTÍFICA

ABNER MONTEIRO NUNES CORDEIRO (UFRN)	KÁTIA REGINA GÓES SOUZA (IBGE)
ACHILLES D AVILA CHIROL (UERJ)	LAURA DELGADO MENDES (UFRRJ)
ADRIANA FILGUEIRA LEITE (UFF)	LEANDRO ANDREI BESER DE DEUS (UERJ)
ADRIANA OLIVIA ALVES (UFG)	LEILA NALIS PAIVA DA SILVA ANDRADE (UEMT)
ALEXANDER JOSEF SÀ TOBIAS DA COSTA (UERJ)	LEONARDO DOS SANTOS PEREIRA (SME-RJ)
ANA CLAUDIA RAMOS SACRAMENTO (UERJ)	LEONARDO FREIRE MARINO (UERJ)
ANA VALÉRIA FREIRE ALLEMÃO BERTOLINO (UERJ)	LEOVAN ALVES DOS SANTOS (UFG)
ANICE AFONSO ESTEVES (UERJ)	LIZ CRISTIANE DIAS (UFPEL)
ANTONIO CARLOS OSCAR JUNIOR (UERJ)	LUANA DE ALMEIDA RANGEL (UFRJ)
ANTONIO SOARES DA SILVA (UERJ)	LUCI HIDALGO NUNES (UERJ)
CARINA PETSCH (UFSM)	MANOEL DO COUTO FERNANDES (UFRJ)
CARLA JUSCÉLIA DE OLIVEIRA SOUZA (UFSJ)	MARCELLE DOS SANTOS RODRIGUES (UERJ)
CARLOS EDUARDO DAS NEVES (UNIOESTE)	MARCUS VINÍCIUS ALVES DE CARVALHO (UFF)
CAROLINA MACHADO ROCHA BUSCH PEREIRA (UNICAM)	MARIA CAROLINA VILLAÇA GOMES (UESC)
CÁSSIA BARRETO BRANDÃO (UERJ)	MARIA LUIZA FÉLIX MARQUES KEDE (UERJ)
CASSIA DE CASTRO MARTINS FERREIRA (UFJF)	MARIA RIBEIRO DOS SANTOS (UERJ)
CLÁUDIA CÂMARA DO VALE (UFESJ)	MARIANA DOS SANTOS MINHAVA MARQUES DA SILVA (UFRJ)
CRISTIANE CARDOSO (UFRRJ)	MARIANA OLIVEIRA DA COSTA (UERJ)
DANILO CAIRES TINOCO BISNETO MELO (UFBA)	MARIANA SILVA FIGUEIREDO (UFF)
EDSON SOARES FIALHO (UFV)	MARINA AIRES (UERJ)
EDUARDO MANUEL ROSA BULHÕES (UFF)	MARQUIANA DE FREITAS VILAS BOAS GOMES (UNICENTRO)
ELIANA MARTA BARBOSA DE MORAIS (UFG)	MARTA FOEPEL RIBEIRO (UERJ)
EMERSON GALVANI (USP)	MARTIM ALMEIDA BRAGA MOULTON (UFF)
ERCILIA TORRES STEINKE (UNB)	MICHELE SOUZA DA SILVA (UERJ)
ERIKA COLLISCHONN (UFPEL)	MONIKA RICHTER (UFRRJ)
FÁBIO FERREIRA DIAS (UFF)	NADJA MARIA CASTILHO DA COSTA (UERJ)
FERNANDA DE OLIVEIRA AMANTE (CPII)	NEWTON DE MAGALHÃES NETO (UERJ)
FERNANDO AMARO PESSOA (CEFET-RJ)	NIRIELE BRUNO RODRIGUES (UFRRJ)
FLÁVIA LOPES OLIVEIRA (UERJ)	ORLANDO EDNEI FERRETTI (UFSC)
FLAVIA MORAES LINS DE BARROS (UFRJ)	PAULO ANGELO FACHIN (UFRJ)
FRANCISCO DE ASSIS MENDONÇA (UFPR)	PAULO MIGUEL DE BODAS TERASSI (USP)
FRANCISCO JABLINSKI CASTELHANO (UFRN)	PEDRO AUGUSTO BREDAS FONTÃO (UFPR)
GISELE BARBOSA DOS SANTOS (UFJF)	PHILLIPE VALENTE CARDOSO (UERJ)
GISLAINE CRISTINA LUIZ (UFG)	RAFAEL SILVA DE BARROS (UFRJ)
GUSTAVO MOTA DE SOUSA (UFRRJ)	RAFAELA QUINTELLA VEIGA (UFRJ)
GUSTAVO ROBERTO DOS SANTOS LEANDRO (UNESP)	RAPHAEL DE OLIVEIRA FERNANDES (UERJ)
HELOISA HELENA GOMES COE (UERJ)	RAUL SANCHEZ VICENS (UFF)
HEMERSON SOUZA GOMES (UERJ)	REGINA PAULA BENEDETTO DE CARVALHO (UERJ)
HUGO PORTOCARRERO (UERJ)	RITA DE CÁSSIA M MONTEZUMA (UFF)
IAN VERDAN (USP)	RODRIGO WAGNER PAIXÃO (PUC-RIO)
ISABELA HABIB CANAAN DA SILVA (UERJ)	RÔMULO WECKMÜLLER (UFRJ)
JAKELINE BARATTO (UFSM)	RONALDO GOULART DUARTE (UERJ)
JOÃO PAULO ASSIS GOBO (UNIR)	ROSANGELA GARRIDO MACHADO BOTELHO (IBGE)
JORGE DA PAIXÃO MARQUES FILHO (UFRJ)	SARAH LAWALL (UFRRJ)
JULIANA VASCONCELLOS BAPTISTA (UERJ)	SILVIO ROBERTO DE OLIVEIRA FILHO (UFF)
KARINE BUENO VARGAS (UFRRJ)	SIMONE LISBOA DOS SANTOS DA SILVA (UERJ)



XIX Simpósio
Brasileiro de
Geografia
Física Aplicada

COMISSÃO CIENTÍFICA

SUZANA RIBEIRO LIMA OLIVEIRA (UFG)
TELMA MENDES SILVA (UFRJ)
THAIS BAPTISTA DA ROCHA (UFF)
THAIS DE OLIVEIRA GUIMARÃES (UFPE)
THIAGO GONÇALVES PEREIRA (UERJ)
THIAGO KICH FOGAÇA (UFPR)
TIAGO SANTOS DE VASCONCELOS (PUC-RIO)
VALÉRIA DE OLIVEIRA ROQUE ASCENÇÃO (UFMG)
VINÍCUS DA SILVA SEABRA (UERJ)
VÍTOR JOSÉ CORRÊA E FERREIRA (SEE-RJ)
VITOR OTTONI PASTORE (UERJ)
VIVIAN CASTILHO DA COSTA (UERJ)
WILSON MESSIAS DOS SANTOS JUNIOR (UERJ)



Eixo 1: Mudanças, variabilidades e alterações climáticas na interface dos processos socioespaciais.



Sumário

ANÁLISE DA VARIABILIDADE TEMPORAL DE PRECIPITAÇÃO E TEMPERATURA DO AR NO MUNICÍPIO DE POXORÉU - MT	7
ANÁLISE SAZONAL MICROCLIMÁTICA EM PRAÇAS E PARQUES DA CIDADE DE SOBRAL-CE	12
PREVALÊNCIA DOS CASOS DE DENGUE NA REGIÃO METROPOLITANA DO RIO DE JANEIRO (RMRJ) NOS ANOS 2007 A 2019.....	17
INFLUÊNCIA DA COBERTURA DA TERRA NO MICROCLIMA DO BAIRRO FAZENDA CAXIAS-SEROPÉDICA- RJ	21
AVALIAÇÃO DO ACÚMULO DE CALOR NOS TERMINAIS DE TRANSPORTES COLETIVOS EM RECIFE-PE	25
AVALIAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO PLUVIAL POR PRODUTOS ORBITAIS NO SISTEMA COSTEIRO CANANÉIA-IGUAPE, SP	30
CONCENTRAÇÃO ESPACIAL DAS CHUVAS DIÁRIAS NA PARAÍBA	35
DISTRIBUIÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DIÁRIA DE CHUVA NA ÁREA DE PLANEJAMENTO 4 DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO.....	40
ANÁLISE DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO E RELAÇÃO COM OS PROCESSOS EROSIVOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SANTA MÁRIA (RS)	45
UNIDADES MICROCLIMÁTICAS NA ESTAÇÃO ECOLÓGICA DA UFMG	50
CLASSIFICAÇÃO E DISTRIBUIÇÃO DOS EVENTOS EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO PLUVIAL EM ALAGOAS DURANTE OS MESES DE JUNHO E JULHO/2022	53
AS DIFERENTES ESCALAS DA RELAÇÃO CLIMA-RELEVO NA SERRA DA MANTIQUEIRA EM JULHO DE 2021	58
ANÁLISE RÍTMICA E FOCOS DE QUEIMADAS NO PANTANAL DE CORUMBÁ EM MATO GROSSO DO SUL	63
A OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO OCULTA NO INVERNO PARQUE NACIONAL DE APARADOS DA SERRA (RS/SC)	68
VARIABILIDADE DA UMIDADE ABSOLUTA DO AR NO PARQUE NACIONAL DE APARADOS DA SERRA	73
SITUAÇÕES DE DESCONFORTO TÉRMICO EXTERNO ATRAVÉS DOS ÍNDICES TE E TEV NO BAIRRO DE SÃO CRISTÓVÃO – RJ.....	78

ILHAS SECAS E CONDIÇÕES HIGROMÉTRIAS PARA A POPULAÇÃO URBANA DE TRÊS LAGOAS, MATO GROSSO DO SUL.....	83
MUDANÇAS CLIMÁTICAS GLOBAIS E INFESTAÇÃO POR AEDES AEGYPTI NA REGIÃO SUL DO BRASIL	88
O CONFORTO TÉRMICO HUMANO NA PERCEPÇÃO DOS CIDADINOS: UMA ANÁLISE SAZONAL A PARTIR DE PARQUES E PRAÇAS DE SOBRAL-CÉ.....	93
O PROCESSO DE VERTICALIZAÇÃO NA ZONA OESTE DO RECIFE: UMA AMEAÇA A ILHA DE FRESCOR NO BAIRRO DA VÁRZEA	98
UTILIZAÇÃO DE TÉCNICAS ESTATÍSTICAS NA IDENTIFICAÇÃO DE ANOS COM EXTREMOS CHUVOSOS E SECOS EM CATAGUASES (MG).....	103
ATIVIDADES TURÍSTICAS E CONDIÇÕES CLIMÁTICAS NAS PAISAGENS DO MUNICÍPIO DE GUAPIMIRIM, RJ.....	108
VARIABILIDADE DAS CHUVAS EM BELO HORIZONTE, IBIRITÉ, FLORESTAL, SETE LAGOAS, DIVINÓPOLIS E TRÊS MARIAS.....	114
VARIAÇÕES DA TEMPERATURA DO AR E USO DO SOLO EM BELO HORIZONTE, IBIRITÉ, FLORESTAL, SETE LAGOAS, DIVINÓPOLIS E TRÊS MARIAS.....	118
MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SUL DO BRASIL SEGUNDO MODELOS DE MAIOR E MENOR SENSIBILIDADE DO CMIP6.....	122
GEOMORFOLOGIA DO ARQUIPELAGO DO MARAJÓ: ASPECTOS MORFOESCULTURAIS E MORFOCLIMÁTICOS.....	126
APLICAÇÃO DO SISTEMA DE CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE NOVAIS PARA GOIÂNIA-GO	131
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE DADOS COLETADOS POR ESTAÇÃO METEOROLÓGICA ALTERNATIVA E A PREVISÃO DO TEMPO DO CLIMATEMPO	136
ANÁLISE DA DISTRIBUIÇÃO TEMPORAL DA PRECIPITAÇÃO DE 2004 A 2021 EM TEIXEIRAS (MG): CONTRIBUIÇÃO PARA GESTÃO TERRITORIAL.....	141
UNIDADES CLIMÁTICAS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGA	146
AMAZÔNIA: EVIDÊNCIA ANTROPOGÊNICA, VARIABILIDADE SOCIOESPACIAL E PROPOSIÇÃO DE PAISAGENS ASSOCIÁVEIS AO ANTROPOCENO	150
CONFORTO TÉRMICO INTERNO ENTRE O MORRO E O ASFALTO: UMA VALIDAÇÃO DAS HABITAÇÕES ENQUANTO ABRIGO HUMANO	155
AS CHUVAS DE FEVEREIRO DE 2022 EM PETRÓPOLIS, RJ: UMA ANÁLISE CLIMATOLÓGICA	160

ANÁLISE DE VARIÂNCIA DE PRECIPITAÇÃO MENSAL DAS TRÊS SUB-BACIAS DO RIO PARNAÍBA	165
DIAGNÓSTICO CLIMÁTICO DA PORÇÃO LESTE DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DE GUANABARA COMO INSUMO PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES NATURAIS.....	170
EXTREMOS PLUVIOMÉTRICOS E OCORRÊNCIA DE DESLIZAMENTOS NO MUNICÍPIO DE ANGRA DOS REIS (RJ).....	176
VARIABILIDADE E TENDÊNCIAS PLUVIAIS NA AMAZÔNIA LEGAL	181
ANÁLISE SAZONAL DA CONCENTRAÇÃO ESPACIAL DE POLUENTES ATMOSFÉRICOS DO NORTE DE RONDÔNIA E SUL DO AMAZONAS	186
A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE CONTINENTAL NOTURNA NA ZONA NORTE DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E INDÍCIOS DA ILHA DE CALOR URBANA	191
PASSAGENS DE FRENTES FRIAS EXTREMAS NO VALE DO ITAJAÍ NO CLIMA FUTURO	196
MODELAGEM ESPACIAL DA EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM CENÁRIOS DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO	199
DADOS DE ESTAÇÕES AUTOMÁTICAS DE SUPERFÍCIE E SUA APLICAÇÃO PARA O ESTUDO DA ILHA DE CALOR EM CURITIBA - PR.....	204
AS INFLUÊNCIAS DO PADRÃO CONSTRUTIVO NA VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DE TEMPERATURA.....	209
AS SECAS NO SEMIÁRIDO BRASILEIRO: INFLUÊNCIA DO OCEANO PACÍFICO OU DO ATLÂNTICO?	214
CARACTERIZAÇÃO DO REGIME DE PRECIPITAÇÃO DE SÃO PEDRO DA SERRA (RJ) USANDO TÉCNICA DE QUANTIS.....	219
ANÁLISE DE ONDAS DE CALOR POR ESTAÇÕES DO ANO NO PERÍODO DE 1975-2020 PARA CIDADE DE JUIZ DE FORA- MG	223
ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MODELOS DE PROJEÇÃO CLIMÁTICA APLICADOS A PRODUÇÃO CAFEEIRA DO BRASIL	227
A OCORRÊNCIA DE SECAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE CURITIBA: ANÁLISE DA CRISE HÍDRICA DE 2019 A 2021	232
TENDÊNCIAS E EXTREMOS DE TEMPERATURA EM NATAL, RIO GRANDE DO NORTE	237
ANOMALIA TÉRMICA EM CIDADE DE MÉDIO PORTE: ESTUDO DE CASO DA CIDADE DE SÃO JOSÉ DO RIO PRETO, SÃO PAULO	240

ANÁLISE DE EVENTOS EXTREMOS DE CHUVA EM MARECHAL CÂNDIDO RONDON E SUA ASSOCIAÇÃO COM OS EVENTOS ENOS	245
REGISTROS DA MÍDIA IMPRESSA ACERCA DAS INUNDAÇÕES NOS MUNICÍPIOS DE NITERÓI E SÃO GONÇALI (RJ) ENTRE OS ANOS DE 2005 E 2018	250
ESPACIALIZAÇÃO REGIONAL DAS INUNDAÇÕES URBANAS NO MUNICÍPIO DE GOIÂNIA – GO ..	255
ÁREAS DE ALTITUDE E SUA IMPORTÂNCIA CLIMÁTICA PARA DIFERENTES REGIÕES DO BRASIL	259
VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NOS ALTOS PATAMARES DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PIRANGA	264
ANÁLISE DE DADOS DE TEMPERATURA E PRECIPITAÇÃO DAS ESTAÇÕES METEOROLÓGICAS DE PELOTAS (RS) E MACAPÁ (AP) DE 1991 A 2020	269
VARIABILIDADE ESPACIAL MICROCLIMÁTICA NO PARQUE NATURAL MUNICIPAL DOS MORROS, EM SANTA MARIA/RS, SOB DOMÍNIO DE MASSA DE AR TROPICALIZADA	273
ESTRATÉGIAS DE MONITORAMENTO DA CHUVA OCULTA EM AMBIENTES TROPICAIS	278
A RELAÇÃO ENTRE POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E A COVID-19 NA REGIÃO DO GRANDE ABC, SÃO PAULO	283
ANÁLISE DA CORRELAÇÃO ENTRE A PRECIPITAÇÃO NO CRATO – CE E OS MODOS DE VARIABILIDADE GLOBAIS	288
EVENTOS DE CHUVA NA CIDADE DO RIO DE JANEIRO ENTRE 1996 E 2021: O QUE A ANÁLISE ATRAVÉS DA MÍDIA NOS DIZ?	293
EVAPOTRANSPIRAÇÃO EM LAGOS ARTIFICIAIS PELO MÉTODO DE THORNTHWAITE: O CASO DO RESERVATÓRIO CHAPÉU D'UVAS	298



Variabilidade e tendências pluviiais na Amazônia Legal

Givanildo de Gois¹, João Paulo Assis Gobo², Luiz Augusto Ferreira Monteiro³, José Francisco de Oliveira-Júnior⁴,
Edson de Oliveira Souza⁵, Mário Henrique Guilherme dos Santos Vanderlei⁶, Paulo Miguel de Bodas Terassi⁷,
David Mendes⁸

^{1,2,3} Fundação Universidade Federal de Rondônia – UNIR, Av. Presidente Dutra, 2965, Porto Velho, Rondônia, Brasil; ^{4,5,6} Universidade Federal de Alagoas, Av. Lourival Melo Mota, Maceió, Alagoas, Brasil; ⁷ Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, Brasil; ⁸ Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Lagoa Nova, Natal, Rio Grande do Norte, Brasil.

e-mail: givanildogois@gmail.com

Direitos autorais 2022, SBGFA: No caso da seleção do presente artigo pelo Comitê Científico do evento, após revisão das informações contidas no resumo submetido pelo(s) autor(es), os mesmos autorizam a publicação, cientes de que ao se inscreverem, aceitaram a concederem essa faculdade aos organizadores do evento, em razão do caráter de atendimento ao comunidade, sem fins lucrativos que o evento abrange.

RESUMO

A precipitação pluviométrica na Amazônia Legal é essencial a manutenção da biodiversidade e o clima do Brasil e América do Sul, devido ao transporte de umidade para a geração de energia elétrica, produção agrícola e no equilíbrio climático do ecossistema amazônico. Nas últimas décadas, diversas mudanças têm ocorrido no clima da Amazônia devido às ações antrópicas (desmatamento e os incêndios florestais) que potencializam a modificação das características pluviiais região. Portanto, o objetivo deste estudo consiste em avaliar a variabilidade e a tendência da chuva na Amazônia Legal a partir de dados observacionais. Para tanto, foram utilizados dados pluviométricos diários foram convertidos em acumulados mensais entre 1952 a 2020, com um total de 644 estações pertencentes à ANA, INMET e FURNAS. A série temporal de 1952 a 2020 foi feito aplicado um corte a partir de 37% de falhas, sendo reduzidas as estações (511 estações) e o período (1980 a 2020). A nova série temporal recebeu controle, qualidade e preenchimento das falhas via método de imputação de dados. A série temporal foi analisada nas escalas anual, seguido da aplicação do teste de Pettitt e Mann-Kendall (MK) para análise de tendência e mudanças anuais da chuva na Amazônia Legal. Todos os procedimentos no ambiente R e no Quantum GIS (mapas). Na escala anual houve variabilidade significativa da chuva na Amazônia Legal, ora com aumento em relação à média (PA, AP e AM) e ora com redução das chuvas nos estados de RO, RR, AC, MT, MA e RO em alguns anos da série temporal. A chuva mensal indica uma similaridade, quanto aos padrões espaciais e extremos (máximos e mínimos). O teste MK indica tendência positiva em 35,81% (183 estações) e negativa em 64,19% (328 estações), nos setores W e Central da Amazônia Legal. As mudanças significativas identificadas nos anos El Nino segundo o teste de Pettitt.

Palavras-chave: Chuva; Mudanças Climáticas; Preenchimento de Falhas; Amazônia.

Introdução

A Amazônia é a maior floresta equatorial úmida do mundo (Correia et al., 2007). É consenso que o uso e cobertura do solo associado ao desmatamento são responsáveis pelos impactos na circulação atmosférica, no transporte de umidade para da região e com influência no regime hidrológico da América do Sul (Almeida et al., 2017). O regime pluviométrico na Amazônia é modulado por sistemas em multiescala, tais como, sistemas sinóticos, (ZCIT- Zona de Convergência Intertropical e ZCAS - Zona de Convergência do Atlântico Sul) associadas às circulações térmicas diretas (circulações de Hadley e Walker), seguido das Linhas de Instabilidade (LI), convecção local e as friagens, juntamente com os modos de variabilidade climática El Niño-Oscilação Sul (ENOS) e a Oscilação Decadal Pacífico (ODP) - (Correia et al.; 2018; Almeida et al., 2017; Silva Junior et al., 2018). Vale ressaltar os episódios de seca na Amazônia, neste caso, as megasecas de 2005, 2010 e 2015 (Zeng et al., 1999; Marengo and Alves, 2011; Xie et al., 2022), que afetaram a navegação, a produção de hidroeletricidade, a biodiversidade e, principalmente no aumento dos incêndios florestais (Coelho et al., 2012; Silva Júnior et al., 2022). Porém a falta de dados, ou inexistências de estações meteorológicas na maioria dos Estados do Brasil, e na região da Amazônica tem levado a aplicação de técnicas de imputação de dados (Mello et al., 2001; Marcuzzo et al., 2011; Gois et al., 2020). Entretanto, nas últimas décadas, houve mudanças significativas no clima da Amazônia devido às variações climáticas globais decorrentes de causas naturais ou por ações antrópicas, por exemplo, às alterações do uso da terra e os incêndios na região (Nobre et al., 2007; Oliveira Júnior et al., 2021). Tais mudanças tem intensificado a ocorrência de secas e cheias extremas na região (Nobre, 2001, Marengo e Espinoza, 2016). Portanto, o objetivo deste estudo é avaliar a variabilidade e as tendências da chuva na Amazônia Legal com dados observados para as escalas anual e mensal para o período de 1980 a 2020.

Material e Métodos

A região de estudo é Amazônia Legal (Acre - AC, Amapá - AP, Amazonas-AM, Mato Grosso-MT, Pará-PA, Rondônia-RO, Roraima - RR e Tocantins- TO) e parte do estado do Maranhão - MA (a oeste do meridiano de 44°W), sendo correspondente a 59% do território brasileiro. A Amazônia Legal corresponde a uma área de aproximadamente 5,0 milhões de km² (IBGE, 2020) - (Figura 1).

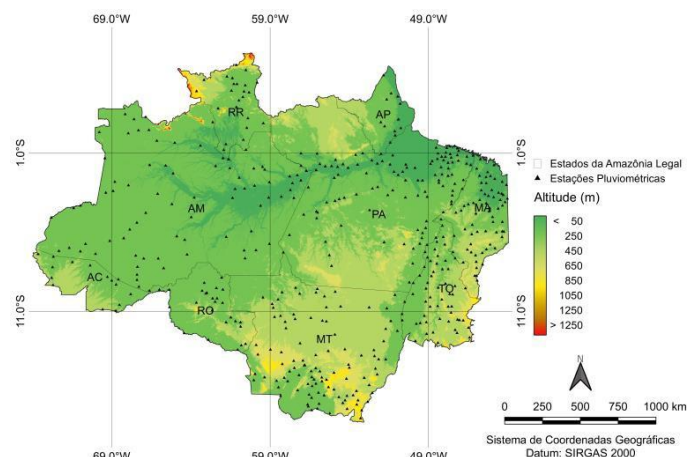


Figura 1. Localização das 644 estações pluviométricas na Amazônia Legal e os seus respectivos estados juntamente com altitude (m).

No estudo foram usados dados pluviométricos diários, sendo convertidos em acumulados mensais a partir da união das séries temporais de 1952 a 2020, que totalizaram 644 estações pluviométricas da Amazônia Legal (Figura 1). Todas as estações pertencentes à rede hidrometeorológica da ANA – Agência Nacional das Águas (ANA, 2021), INMET - Instituto Nacional de Meteorologia e FURNAS - Furnas Centrais Elétricas S/A, sendo obtidas via plataforma Hidroweb. O controle do preenchimento dos dados das séries temporais mensais foi estabelecido com base na média do percentual de falhas das 644 estações pluviométricos da área de estudo, para o limite de 37%, sendo reduzidas das 644 estações para 511 estações no período de 1980 a 2020, conforme a Tabela 1. No controle de qualidade dos dados foi identificado que 20,65% das estações (133 estações) das 644 estações, com os maiores percentuais de falhas (> 37%).

Tabela 1. Distribuição do Número de Estações Pluviométricas na Amazônia Legal.

Estados	Total de Estações
Amazonas - AM	78
Rondônia - RO	27
Acre - AC	14
Roraima - RR	25
Amapá - AP	13
Pará - PA	109
Mato Grosso - MT	106
Tocantins - TO	58
Maranhão - MA	81
Total de Estações	511

A metodologia aplicada para o preenchimento de dados ausentes das séries temporais de dados de 1980 a 2020 foi aplicada a imputação por regressão linear, por meio do pacote Mice via software R, maiores detalhes em (Buuren e Groothuis-Oudshoorn (2011); Lima, 2022; Oliveira Junior et al., 2022).

Testes de Pettitt e Mann-Kendall

Para identificar os anos de possíveis mudanças abruptas na série temporal média de chuvas da Amazônia Legal, foi aplicado o teste de Pettitt (Pettitt, 1979). O teste de Pettitt é um teste não paramétrico, que verifica se duas amostras pertencem à mesma população. Maiores detalhes podem ser vistos em (Correia Filho et al., 2021).

O teste de Mann-Kendall (MK) – (Mann 1945; Kendall, 1975) foi aplicado a série temporal de chuva da Amazônia Legal, sendo x_i de n termos ($1 \leq i \leq n$) e a estatística do teste MK é definida com base na estatística de Z_{MK} (Tabela 2) toma-se a decisão de aceitar ou rejeitar H_0 , isto é, H_0 é aceita quando a série temporal apresenta ausência de tendência, e rejeitada a favor da hipótese alternativa (H_1) quando existe uma tendência na série temporal, em suma:

H_0 : Não existe uma tendência estatisticamente significativa na série temporal pluviométrica; tendência estatisticamente insignificante para p -valor $< \alpha$;

H_1 : Existe uma tendência estatisticamente significativa na série temporal pluviométrica, para p -valor $> \alpha$.

Tabela 2. Classificação da tendência de Z_{MK} no intervalo de confiança de -1.96 a +1.96.

Categorias	Escalas
Tendência Significativa de Aumento-TSA	$Z_{MK} > +1.96$
Tendência Não Significativa de Aumento-TNSA	$Z_{MK} < +1.96$
Sem Tendência - ST	$Z_{MK} = 0$
Tendência Não Significativa de Redução-TNSR	$Z_{MK} > -1.96$
Tendência Significativa de Redução-TSR	$Z_{MK} < -1.96$

Discussão de resultados

A distribuição das chuvas média anual baseada na série temporal de 1980 a 2020, (Figura 2 e Figura 3) apresentam uma alta variabilidade da chuva na Amazônia Legal, ora com aumento da chuva em relação à média nos estados do PA, AP e AM e ora com redução das chuvas nos estados de RO, RR, AC, MT, MA e RO. Em que tal variabilidade está associada diretamente com os modos de variabilidade climática (ENOS, ODP e Dipolo do Atlântico) – (Almeida et al., 2017; Silva Junior et al., 2018; Almargo et al., 2020) e

por influência das ações antrópicas, neste caso, desmatamento, atividades de mineração, agropecuária e incêndios florestais (Riquetti et al., 2020; Silva Junior et al., 2019; Eri et al., 2020). É evidente que na distribuição temporal da chuva anual houve na maioria dos Estados da Amazônia Legal em alguns setores específicos a existência de chuva média anual superior a 1751 mm (Figura 2), destaque para o oeste (W) do AM com chuvas entre 1000 mm a 3600 mm, seguido do Amapá no noroeste (NW) entre 3000 mm a 3900 mm e o leste (E) do PA entre 1600 mm a 3600 mm, conforme Figure 3 – (painel inferior). Ao contrário, do sudoeste (SW) e sul (S) do AC e RO, com variabilidade da chuva média anual, seguidos dos estados do MT, TO e MA no S, sudeste (SE) e E. Os resultados obtidos corroboram com os estudos realizados por Marcuzzo et al. 2011, onde as chuvas no MT, de 2144,4 mm no ano de 1980 e a menor chuva de 1515,7mm no ano de 2002 os demais anos mostraram um aumento significativo na chuva. Porém as décadas de 1990 e 2000 foram observados uma diminuição significativa na chuva no MT, similar ao resultado obtido recentemente por Oliveira Júnior et al. (2021) com uso de dados do produto CHIRPS versus dados in situ.

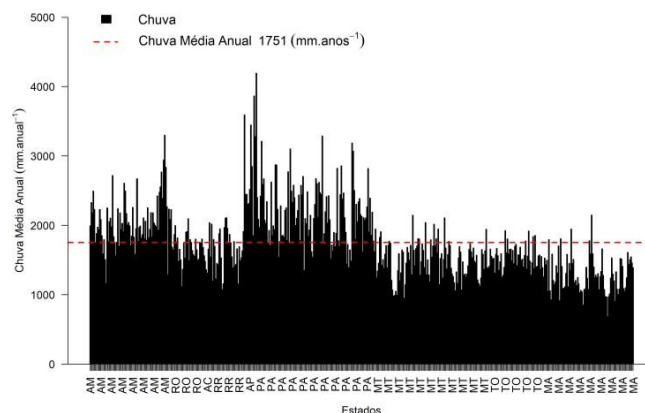


Figura 2. Distribuição temporal da chuva média anual (mm.ano⁻¹) no período de 1980-2020.

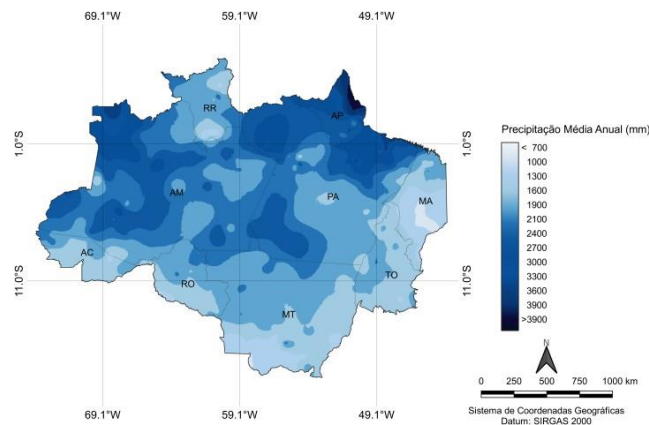


Figura 3. Distribuição espacial da chuva média anual (mm.ano⁻¹) no período de 1980-2020.

Os resultados obtidos do teste MK indicaram que os totais anuais de chuva apresentaram uma tendência positiva em 35,81% em 183 estações (> 1) e negativa em 64,19% nas 328 estações (< 1) da Amazônia Legal, nos setores W e Central. As exceções foram às estações dos municípios de Portel (PA), Alta Floresta (MT), Maracacuera Florestal e Jusante Foz Peixoto de Azevedo (MT) que não apresentam tendência, ou seja, sem tendência (ST) - (Tabela 2). Porém, tendência não significativa de queda (TNSQ), é observada em todos os Estado da Amazônia Legal (Figura 4).

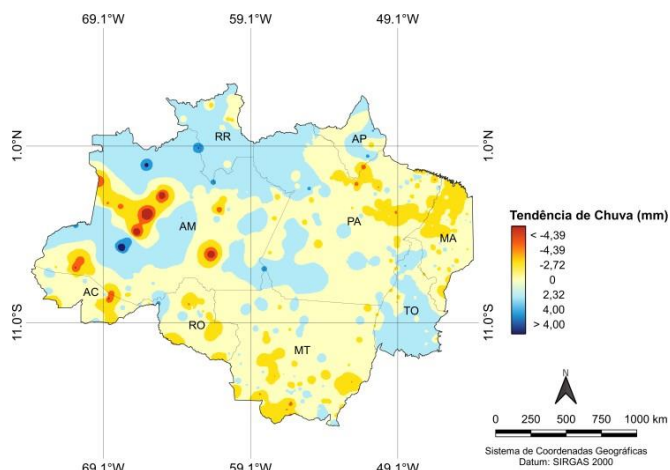


Figure 4. Distribuição espacial da tendência da chuva total anual (mm), conforme o teste MK, na Amazônia Legal no período de 1980 a 2020.

Todavia, Tendência Significativa de Redução (TSR) foi observada em todos os Estado, com valores entre -4,39 a -2,79 com os maiores registros no setor W correspondente aos Estados do AM e AC (Figura 4), o teste de Pettitt indicam mudanças nos anos de 1993, 1995, 1997, 1998, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005, 2006 e 2008, respectivamente, destaques para os 1993, 1998, 2006 e 2008 estão associado a ocorrências de El Niño Forte que provoca redução significativa das taxas de chuvas na Amazônia Legal (Almeida et al., 2017; Paccini et al., 2018). Resultados similares foram obtidos por Oliveira, (2019) para o em 1998, com a existência de anomalias negativas de chuva no AM, (El Niño Forte), com redução da chuva anual, podemos observar que o fenômeno causou a redução da chuva na estação chuvosa que se inicia a partir de novembro chegando a maio. Em que o estado do Amazonas apresentou resultado de anomalias negativas, na região central do estado do Amazonas com variação de -250 mm a -500 mm. No noroeste do estado do Amazonas a anomalia está acima de -500 mm, ademais da análise do ano de 1998 podemos observar que o fenômeno de El Niño está configurado desde ano 1997, alcançando nos últimos trimestres de OND, índice de 2,4, classificando o

fenômeno como El Niño Muito forte. Tendência significativa de aumento (TSA) foi observada nos e Estados do Amazonas, Rondônia, Roraima, Amapá, Pará e Tocantins, com valores entre 2,32 a > 4,00 nos setores noroeste, norte nordeste, centra e sudeste, nos anos de 1998, 2004, 2005, 2006 e 2008, com TSA, destaque para o ano de 1998 que se repetiram conforme o teste de Pettitt. Quanto a Tendência Não Significativa de Aumento (TNSA), foram registrados em 83,95% dos postos pluviométricos, entre as faixas de - 1,90 a 1,90 e concentra-se nos setores NE, E, SE, S, SW, E e W, onde o teste de Pettitt indicou mudanças na chuva nos anos de 1982, 1983, 1985, 1986, 1987, 1988, 1989, 1990, 1991, 1992, 1993, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2001, 2002, 2003, 2004, 2005, 2006, 2007, 2008, 2009, 2010, 2011, 2012, 2013, 2014, 2015 e 2016. Em destaca os anos de 1991, 1998, 2004 e 2005 com uma mudança pluviométrica de TNSA, segundo o teste de Pettitt. A influência dos ENOS na chuva do AM em 2015 em que ocorre uma variação no sinal e valor das anomalias, ou seja, áreas com anomalias positivas e anomalias negativas. Na análise do resultado obtido no ano de 2015, obtivemos anomalia negativa no setor central do estado do Amazonas que variam de -250 mm a -500 mm, corroborando com os dados observados de 2216 mm anual com anomalia negativa de -281 mm, nos resultados encontramos no setor sudoeste do estado, áreas com anomalia positivas que variam de 100 mm a 500 mm, apesar de ser ano de El Niño, com classificação de forte, essa precipitação anômala positiva acima da média contribui para a elevação do nível do rio, causando elevação dos rios localizados na bacia do Solimões e com isso provocou a maior cheia nas cidades estudadas.

Considerações Finais

A distribuição das chuvas na Amazônia Legal apresenta alta variabilidade com aumento significativo nos e Estado Estados do PA, AP e AM e redução significativa nos estados de RO, RR, AC, MT, MA e RO em alguns anos da série temporal em relação à média do período. Tal redução é preocupante, pois, mostra que há mudanças significativas no regime de chuva que por sua vez pode implicar em mudanças no equilíbrio climático. O teste MK indica tendência positiva em 35,81% (183 estações) e negativa em 64,19% (328 estações), nos setores W e Central da Amazônia Legal. As mudanças significativas identificadas nos anos El Niño segundo o teste de Pettitt.

Agradecimentos

O primeiro autor agradece à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos de Pós-doutorado (PNPD), junto ao Programa de Pós-Graduação em

Geografia da Fundação Universidade Federal de Rondônia (UNIR).

Referências

CORREIA, F. W. S.; MANZI, A. O.; CANDIDO, L. A.; SANTOS, R. M. N.; PAULIQUEVIS, T. . Balanço de Umidade na Amazonia e sua sensibilidade as mudanças na cobertura vegetal. *Ciência e Cultura (SBPC)*, v. 59, p. 39-43, 2007.

Almeida, C.T.; Oliveira-Júnior, J. F.; Delgada, R.C.; Cubo, P. Ramos, M. C. 2017. Spatiotemporal rainfall and temperature trends throughout the Brazilian Legal Amazon, 1973-2013. *International Journal of Climatology* 37 (4): 2013-2026. DOI: 10.1002/joc.4831.

Corrêa, I. C., & de Souza, E. B. (2018). Simulações climáticas regionais na Amazônia durante a estação chuvosa, usando o REGCM. *Journal of Environmental Analysis and Progress*, 386-395.

Silva Junior, C. H.; Almeida, C. T.; Santos, J.; Anderson, L. O.; Aragão, L. E.; Silva, F. B. (2018). Spatiotemporal rainfall trends in the Brazilian legal amazon between the years 1998 and 2015. *Water*, 10(9), 1220.

MARENGO J. A.; ALVES, Lincoln Muniz. THE DROUGHT OF AMAZONIA IN 2010 In [in State of the Climate in 2010?]. *Bulletin of the American Meteorological Society* , v. 92, p. S189-S189, 2011.

Xie, X.; He, B.; Guo, L.; Huang, L.; Hao, X.; Zhang, Y.; & Wang, S. (2022). Revisiting dry season vegetation dynamics in the Amazon rainforest using different satellite vegetation datasets. *Agricultural and Forest Meteorology*, 312, 108704.

ZENG, N. Seasonal cycle and interannual variability in the Amazon hydrologic cycle. *Journal of Geophysical Research*, v. 104, n. D8, p. 9097-9106, 1999.

Coelho, C. A. S; Cavalcanti, I. A. F; Costa, S. M. S; Freitas, S. R; Ito, E. R; Santos, G. L. A. F; Nobre, C. A; Marengo, J. A; Pezza, A. B; Climate diagnostics of three major drought events in the Amazon and illustrations of their seasonal precipitation predictions. *Meteorological Applications*, n. 19, p. 237-255, 2012.

SILVA JUNIOR, C. A.; LIMA, M.; TEODORO, P. E.; OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; ROSSI, F. S.; FUNATSU, B.; BUTTURI, W.; LOURENÇONI, T.; KRAESKI, A. Fires Drive Long-Term Environmental Degradation in the Amazon Basin. *Remote Sensing* , v. 14, p. 338-357, 2022.

MELLO, C. R.; FERREIRA, D. F.; SILVA, A. M.; LIMA, J. M. Análise de modelos matemáticos aplicados ao estudo de chuvas intensas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*. Viçosa, v. 25, n. 3, p. 693-698, 2001.

MARCUZZO, F. F. N.; Cardoso, M.R.D. ; FARIA, T.G. . Chuvas na Amazônia Mato-Grossense: Análise Histórica e Tendência Futura. *Caminhos de Geografia (UFU)*, v. 12, p. 65-75, 2011.

GOIS, G.; OLIVEIRA JÚNIOR, J.F.; PAIVA, R. F. P. S.; FREITAS, W. K.; TERASSI, P. M. B.; SOBRAL, B. S. . Variabilidade Pluviométrica, Indicadores de Seca e a Aplicação do Índice SPI Para a Região do Médio Vale Paraíba do Sul no Estado do Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Climatologia*, v. 27, p. 122-157, 2020.

NOBRE, C.; SAMPAIO, G.; SALAZAR, L. Mudanças climáticas e Amazônia. *Ciência e Cultura*, v. 53, p. 6, 2007. Disponível em: <http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?pid=S0009-67252007000300012&script=sci_arttext&lng=en>.

OLIVEIRA JÚNIOR, J. F.; SILVA JUNIOR, C. A. ; TEODORO, P. E.; ROSSI, F. S.; BLANCO, C. J. C.; LIMA, M.; GOIS, G. Confronting CHIRPS dataset and in situ stations in the detection of wet and drought conditions in the Brazilian Midwest. *INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY* , v. 41, p. 4478-4493, 2021.

Nobre, C. A., "Amazônia: fonte ou sumidouro de carbono?" Em: *Causas e dinâmica do desmatamento na Amazônia*. Ministério do Meio Ambiente, p.197-224. 2001.

MARENGO, J. A.; ESPINOZA, J. C. Extreme seasonal droughts and floods in Amazonia: causes, trends and impacts. *International Journal of Climatology*, v. 89, p. n/a-n/a, 2015.

IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). IBGE atualiza mapa da Amazônia Legal. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br>> Acesso em 03 de Junho de 2022.

Buuren, S.V; Oudshoorn, K. G (2011) MICE: Multivariate Imputation by Chained Equations in R. *Journal of Statistical Software*. 45, 3:1-67. <http://dx.doi.org/10.18637/jss.v045.i03>

ANA (Agência Nacional das Águas). HIDROWEB. Disponível em: <<http://www.snirh.gov.br/hidro>>

LIMA, E. P. ; GOIS, G. ; GARRITANO, F. N. . Análise da variabilidade ambiental da chuva no município de Chapada Gaúcha, Minas Gerais. *Brazilian Journal of Animal and Environmental Research*, v. 5, p. 2305-2326, 2022

OLIVEIRA-JÚNIOR, J. F.; CORREIA FILHO, W. L. F.; MONTEIRO, L. S.; SHAH, M.; HAFEEZ, A.; GOIS, G. Urban rainfall in the Capitals of Brazil: Variability, trend, and wavelet analysis. *ATMOSPHERIC RESEARCH*, v. 267, p. 105984-18, 2022.

CORREIA FILHO, W. L. F.; BARROS, S. D.; GOIS, G.; SILVA, C. M.; SILVA JUNIOR, C. A.; TEODORO, P. E.; FREIRE, F. M. Rainfall in Brazilian Northeast via in situ data and CHELSA product: mapping, trends, and socio-environmental implications. *ENVIRONMENTAL MONITORING AND ASSESSMENT*, v. 193, p. 263, 2021.