

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



VARIABILIDADE PLUVIOMÉTRICA NA SUB-BACIA DO ALTO JAGUARIBE/CE A PARTIR DO ÍNDICE DE PRECIPITAÇÃO PADRONIZADO - SPI.

Leandro Batista Silva¹, Juliana Maria Oliveira Silva²

Resumo: O presente trabalho propõe investigar a variabilidade da precipitação na Sub-bacia do Alto Jaguaribe utilizando o Índice de Precipitação Padronizado (SPI). A região enfrenta desafios climáticos, como secas e enchentes, que impactam a população, especialmente pequenos agricultores. Os dados pluviométricos de 29 postos foram adquiridos da FUNCEME analisando um recorte temporal de 2001 a 2021. A sub-bacia apresenta média pluviométrica anual de 671mm, sendo o mês de março o mais chuvoso com 167mm. O SPI predominante para o período foi a 'Seca Incipiente (Si)' com 242 ocorrências nos postos. Com base nas representações apresentadas, é evidente que os postos do Alto Jaguaribe desempenham um papel fundamental no abastecimento da região, especialmente durante os períodos chuvosos que impactam diretamente os reservatórios hídricos locais. Os fenômenos oceânicos exercem influência no padrão pluviométrico identificado para cada ano, sendo importante o seu monitoramento para a quadra-chuvosa da área de estudo.

Palavras-Chaves: Variabilidade. Precipitação. SPI

1. Introdução

Podemos destacar que a pluviometria é um elemento crucial para o clima no semiárido brasileiro, dada a variabilidade espacial e temporal na distribuição das chuvas com uma concentração significativa entre 3 a 5 meses do ano. Os reservatórios hídricos dependem da quantidade de chuvas para o seu abastecimento, que geralmente está em torno de 500 a 800 mm anuais no semiárido.

Mesmo que as chuvas ocorram dentro da média, isso não garante que a agricultura de subsistência seja bem desenvolvida, pois na quadra-chuvosa é possível observar a ocorrência tanto de veranicos ou de um período seco, o que pode impactar a agricultura (MARENGO et al, 2011). Tendo em vista que o estado possui como principal meio de abastecimento de água por meio dos açudes, a política de ações voltadas para o seu monitoramento faz-se necessário investigar a maior quantidade possível de informações hidrológicas e climatológicas (SILVA, et al 2023).

A seca e estiagem são um dos aspectos que mais se destaca na região do Nordeste brasileiro (NEB). Apesar de muitas vezes a estiagem e a seca serem vistos como sinônimos, são situações distintas, enquanto que o primeiro termo refere-se à redução de precipitações durante o período do ano em diferença ao

1 Universidade Regional do Cariri, email: Leandro.batistageo@urca.br

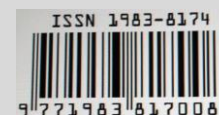
2 Universidade Regional do Cariri, email: juliana.oliveira@urca.br

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



período chuvoso, em compensação a seca, parte-se da ideia da intensidade da diminuição das precipitações de um período em comparação aos dados normais de precipitação de uma série histórica (OLÍMPIO, 2017).

Este trabalho aborda a pluviometria tendo como área de estudo a Sub-bacia do Alto Jaguaribe, delimitada conforme a atuação da Cogerh (Companhia de Gerenciamento de Recursos Hídricos), estando localizada na porção sudoeste do Estado do Ceará. Das cinco sub-bacias que compõem a bacia do rio Jaguaribe (Alto, Médio e Baixo Jaguaribe, Banabuiú e Salgado), é a que possui maior região hidrográfica, sendo, também, a maior do Estado, abrangendo 27 (vinte e sete) municípios pertencentes a esta sub-bacia, sendo 23 integralmente dentro dela.

2. Objetivos

Explicar a variabilidade da precipitação na Sub-bacia do Alto Jaguaribe, sudoeste do Ceará, considerando o período entre 2001-2021. A partir desses dados, pretendemos correlacioná-los com os fenômenos oceânicos do Oceano Pacífico (El Niño e La Niña) e as Anomalias da Temperatura da Superfície do Mar do Oceano Atlântico que possam ter influenciado na distribuição das chuvas.

3. Metodologia

Os processos do trabalho foram coletados a partir de várias etapas ao longo do tempo. Os dados tabulados foram submetidos a análises estatísticas abrangentes, incluindo a aplicação de medidas como: média, mediana, desvio padrão, coeficiente de variação e valores máximo e mínimo. Os dados dos postos pluviométricos foram adquiridos na FUNCEME (Fundação Cearense de Meteorologia), considerando uma série histórica de 2001 a 2021, para poder abranger um maior número de postos, totalizando 29.

Posteriormente, uma planilha foi criada no Microsoft Excel para cada posto, apresentando a média de precipitação anual no período de 2001 a 2021, seguida pelo cálculo do desvio padrão. Para a análise do comportamento pluviométrico anual e mensal identificando os períodos normais, chuvosos, secos e os extremos, utilizou-se o Índice de Precipitação Padronizado (Standard Precipitation Index). O SPI foi desenvolvido de modo a ser um indicador de seca, reconhecendo as diferentes escalas de tempo de i meses ($i = 1, 2, 3, \dots, 12, \dots, 24, \dots$ meses), considerando períodos médios (PENAFORTE, 2016).

O SPI foi calculado conforme a fórmula abaixo, sendo Z_i da distribuição normal da precipitação: (1) Na qual i é a escala de tempo (1, 3, 6, 12 meses); P_i é a precipitação observada; \bar{P}_i e σ_i , respectivamente, a média e o desvio padrão da série ajustada (Santos et al, 2013). O resultado é comparado com a tabela 01.

$$SPI = Z_i = \frac{(P_i - \bar{P}_i)}{\sigma_i} \quad (1)$$

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"

ISSN 1983-8174



Tabela 1 - Valores do Índice Padronizado de Precipitação (SPI) e Categorias de seca ou de umidade.

SPI	Categoria
≥ 2,00	Extremamente Úmido
1,50 a 1,99	Severamente Úmido
1,00 a 1,49	Moderadamente Úmido
0,10 a 0,99	Umidade Incipiente
0,00 a -0,99	Seca Incipiente
-1,00 a -1,49	Moderadamente Seco
-1,50 a -1,99	Severamente Seco
≤ - 2,00	Extremamente Seco

Fonte: Penaforte, 2016

Após os cálculos das variáveis anuais observa-se a tabela com os valores do SPI e as respectivas categorias, em seguida, realizou-se o SPI-mensal de todos os postos dos anos trabalhados. Para os resultados abordamos os SPI anuais. As informações de intensidade do El Niño e da La Niña para o período estudado foram obtidas no site do NOAA (*National Oceanic e Atmospheric Administration*), que divulga o Índice de Intensidade do Niño (ONI) e da La Niña.

4. Resultados

A sub-bacia do Alto Jaguaribe possui média anual de 671,22mm, sendo os meses de janeiro a abril com maiores índices pluviométricos, e março o mês mais chuvoso. Essa precipitação não é distribuída de forma homogênea na sub-bacia, pois verifica-se alguns postos com média superior, como é o caso de Iguatu (1056mm), Farias Brito (980mm), e postos bem baixo como Tauá/Altamira com 403mm, conforme tabela 01, demonstrando padrões bem de clima semiárido, onde a precipitação apresenta variabilidade espacial.

Tabela 1: Média pluviométrica anual/mensal dos postos.

	Média anual	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Acopiara	674,03	103,98	82,66	150,57	141,12	95,18	26,89	21,53	4,99	2,62	9,52	5,93	29,05
Acopiara	721,07	101,6	106,39	156,95	161,88	87,52	33,38	23,57	4,81	2,24	4,35	6,33	32,05
Aiuaba	560,48	108,98	112,84	128,50	92,12	44,05	11,81	7,43	1,32	0,48	10,31	7,82	34,81
Altaneira	855,10	126,87	195,92	220,06	137,19	76,92	11,14	8,66	0,52	1,59	10,47	17,50	48,28
Antonina	580,56	99,85	128,84	142,79	95,39	43,60	9,40	1,24	0,24	0,56	8,63	8,44	42,50
Araripe / I	773,82	107,63	153,72	199,43	134,10	46,14	3,96	6,29	0,83	2,87	12,49	30,26	64,11
Araripe / II	562,28	92,46	129,06	139,85	102,00	32,36	3,67	3,17	0,88	0,29	9,54	17,00	32,00
Arneiroz / I	111,78	124,49	122,58	134,83	118,05	37,51	17,40	5,40	0,79	1,74	11,80	10,90	35,97
Assaré / I	714,95	109,20	153,2	171,67	107,06	50,57	13,33	7,90	0,24	3,00	13,62	21,98	62,98
Assaré / II	630,62	96,58	136,51	164,20	98,40	50,23	9,55	5,1	0,07	2,88	11,43	17,38	38,90
Campos / I	490,09	84,09	107,96	116,91	69,57	34,84	5,34	4,59	0	0,62	8,66	8,24	49,27
Campos / II	545,95	87,20	121,27	135,57	84,43	29,00	4,89	2,87	0,33	0,56	6,64	12,38	60,80
Cariri	911,07	130,39	185,00	215,71	169,86	89,00	26,71	7,68	5,46	0,00	20,90	13,19	50,67
Catarina	548,09	99,08	79,00	131,95	108,29	50,23	19,02	19,02	6,17	0,00	7,60	10,48	28,27
Farias Bri	979,59	145,59	212,72	237,78	155,31	64,40	22,19	9,54	1,13	4,40	14,37	33,97	78,17
Iguatu	1056,55	136,53	203,60	237,20	215,67	105,93	39,24	20,50	8,14	1,24	19,86	17,90	50,74
Iguatu / E	861,53	128,07	158,14	197,02	160,86	84,71	35,85	14,00	6,64	2,70	20,10	15,02	38,40
Jucás	870,37	126,91	174,25	199,75	160,86	97,00	27,81	8,10	3,38	1,57	18,24	11,76	40,74
Nova Olinda	744,57	110,04	168,30	185,23	128,10	55,55	5,26	4,90	0,81	0,00	13,43	18,90	54,05
Orós	668,45	101,77	120,87	165,21	141,46	70,67	20,13	9,68	2,30	0,33	9,52	4,71	21,80
Orós - P.	776,43	114,43	130,82	194,68	163,36	93,71	20,26	12,98	6,93	0,00	15,64	8,64	24,80
Parambu	570,32	112,77	99,68	136,25	100,00	57,35	8,50	6,51	0,90	0,00	8,52	2,97	36,87
Potengi	641,84	101,02	124,63	173,97	122,80	44,96	5,74	3,57	0,00	0,00	5,36	16,86	42,93
Quixelô	764,77	105,83	125,64	179,85	168,90	92,15	25,71	16,57	4,81	1,00	8,29	7,57	29,05
Santana	864,09	119,74	184,12	227,84	158,12	54,66	13,84	6,89	1,24	0,39	9,38	26,85	61,03
Tarafas	646,41	99,23	138,60	198,42	121,00	53,18	7,55	2,04	0,00	0,00	0,19	4,24	21,95
Tauá - C.	426,18	78,54	80,93	109,83	79,65	25,31	15,51	5,19	4,12	0,10	1,05	8,81	17,14
Tauá	511,42	84,18	110,17	121,04	85,71	47,21	19,80	3,69	0,77	0,00	5,02	8,30	25,52
Tauá - Al	403,04	77,67	68,42	91,72	71,97	30,29	19,86	3,29	3,19	0,86	6,15	5,30	18,33
Média geral	671,22	107,40	135,24	167,77	125,95	59,80	16,89	8,89	2,45	1,10	10,38	13,09	40,36

Fonte: Autores

Por meio da aplicação do Índice de Precipitação Padronizado (SPI), foi desenvolvida uma tabela que categoriza a pluviosidade por meio de diferentes cores, conforme a figura 01.

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

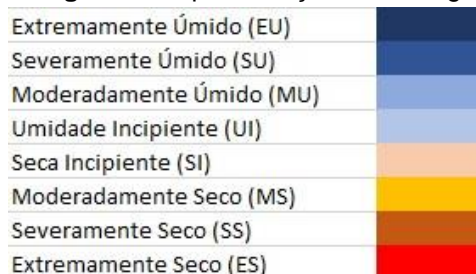
XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



Figura 1. Representação das categorias do SPI



Fonte: autores

A tabela 02 ilustra a distribuição da classificação do SPI por ano para cada posto pluviométrico. A categoria de 'Seca Incipiente (SI)' apresenta a maior representação quantitativa, totalizando 242 resultados nos postos. Por outro lado, a categoria 'Extremamente Seco (ES)' teve uma representação menos expressiva na pesquisa, com apenas 7 resultados.

Tabela 2. Postos com pluviometria entre 2001 e 2021

	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Acopiara	SI	UI	SI	EU	MS	SI	SI	SI	SU	SI	UI	MS	SI	SU	SI	MS	SI	SI	UI	UI	UI
Acopiara Caixa	SI	MU	SI	SU	MS	SI	UI	MU	SU	MS	MU	MS	MS	UI	SI	SI	SI	UI	SI	UI	UI
Aluaba	SS	SI	SI	EU	SI	SI	UI	SI	UI	UI	UI	SI	MS	SI	SI	SI	SI	UI	SI	SU	UI
Alwaneira	SS	SI	SI	SU	MS	SU	UI	UI	SI	SI	SI	SI	SI	UI	MS	SS	UI	UI	SI	UI	SI
Antonina do Norte / Várzea	ES	SI	SI	EU	MS	SU	EU	SI	EU	SI	EU	ES	ES	SS	ES	ES	SI	EU	MU	UI	ES
Araípe / Brejinho	MS	SI	UI	SU	SI	UI	SI	MU	SU	SI	SU	SS	SI	SI	SI	MS	SI	UI	SI	UI	SI
Araípe / Araípe	SI	UI	SI	EU	SI	UI	SI	MU	MU	UI	SI	SS	SS	MS	ES	UI	UI	SI	SU	MS	EU
Arneiroz	SU	EU	EU	EU	SU	EU	EU	EU	EU	EU	UI	UI	MU	EU	MU	EU	SS	EU	EU	EU	EU
Assaré / Aratama	MS	SI	UI	EU	SI	UI	UI	SI	UI	SI	SU	MS	MS	SI	SI	MS	MS	SI	UI	SU	UI
Assaré	SI	SI	SI	SU	SI	MU	UI	SI	UI	SI	SU	UI	MS	UI	SS	SS	UI	UI	SI	UI	UI
Campos Sales / barão	MS	UI	SI	EU	MS	UI	UI	SI	UI	SI	UI	MS	SI	SI	UI	SI	MS	MU	SI	MU	UI
Campos Sales	MS	SI	SI	EU	SI	SI	UI	MU	MU	SU	UI	MS	SI	SI	SI	MS	SI	UI	UI	SI	SI
Cariús	SI	SI	SI	SU	MS	SI	SI	SU	UI	UI	MU	SI	SI	SI	MS	SS	SI	SI	SI	MU	MU
Catarina	SI	UI	MU	SU	SI	SI	SI	MU	UI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SS	MS	SI	SS	SI	SI
Fátima Brito	SI	SI	UI	MU	MS	SU	SI	SU	UI	SI	MU	SI	SI	UI	MS	SS	SI	UI	SI	UI	UI
Iguatu	MS	SI	SI	UI	MS	SI	SI	UI	MU	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MU	EU
Iguatu / Baú	SI	SI	UI	SU	SU	SI	SI	SU	MU	SI	SU	SI	SI	SI	MS	SI	MS	SI	UI	UI	MU
Jucás	SI	MS	SI	SU	MS	SI	SI	SU	UI	UI	SI	SI	SI	SI	MS	SS	SI	SI	SI	MU	MU
Nova Olinda	SI	MS	UI	SU	SI	UI	UI	MU	MU	SI	UI	SS	UI	SI	SI	SS	MS	UI	UI	SU	UI
Órós	MS	MU	SI	MU	SI	UI	UI	UI	UI	UI	SI	SI	SI	SI	MS	SI	SI	SI	SI	UI	UI
Órós - Palestina	SI	SI	SI	MU	SI	UI	SI	MU	EU	UI	UI	SI	SI	SI	MS	UI	SI	SI	SI	UI	UI
Parambu	SI	UI	SI	SI	UI	UI	MU	EU	UI	UI	SI	SS	MS	MS	SI	SI	MS	SI	SI	SI	MS
Potengi	SI	MS	SI	SU	SI	SI	SI	SU	SU	SI	UI	SS	SI	SI	SI	SI	SI	SI	MU	UI	MU
Quixelô	UI	SI	SI	UI	SS	SI	UI	SU	MU	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SI	UI	SI	SI	SI	SU
Santana do Cariri	SI	SI	SI	EU	SI	SI	UI	UI	EU	SI	SI	SI	SI	SI	SI	SS	MS	UI	UI	UI	SI
Tauá - Carrapateiras	SI	MU	UI	UI	UI	SI	UI	MU	SU	MS	SI	MS	SI	SI	SI	SI	UI	SI	MU	SI	MU
Tauá	SI	SI	UI	UI	SI	SI	SI	SU	UI	SI	SU	SS	MS	SI	MS	SI	SI	UI	SI	EU	SI
Tauá - Altamira	SI	UI	UI	MU	UI	MS	UI	MU	UI	MS	EU	MU	SI	SI	SI	SI	SI	UI	SI	SU	SI

Fonte: Autores do projeto

Em 2004 o ano foi marcado por chuvas excepcionais, refletidas em índices de SPI positivos. Os registros incluem 4 postos com Umidade Incipiente (UI), 11 para Severamente Úmido (SU), 4 para Moderadamente Úmido (MU) e 8 para Extremamente Úmido. Em 2008, durante um evento La Niña, foi registrado outro Índice de Precipitação Padronizado (SPI) positivos, indicando condições Extremamente Úmido (EU) com 2 postos, Severamente Úmido (SU) com 7, Moderadamente Úmido (MU) com 9, e Umidade Incipiente (UI) com 4.

Mas, podemos observar que em 2016, devido a um El Niño de categoria Forte (Kayano, et al 2016), o SPI registrou 1 posto para 'Extremamente Úmido (EU)', 3 para 'Umidade Incipiente (UI)', 12 para 'Seca Incipiente (SI)', 3 para 'Moderadamente Seco (MS)', 8 para 'Severamente Seco' e 1 para 'Extremamente Seco'. O ano de 2012 marca o início de uma das grandes secas para o estado, a qual o total de chuvas de cada posto ficou abaixo da média,

VIII SEMANA UNIVERSITÁRIA DA URCA

XXVI Semana de Iniciação Científica da URCA

04 a 09 de dezembro de 2023

Tema: "INTERIORIZAÇÃO DA CIÊNCIA E REDUÇÃO DE ASSIMETRIAS: O PAPEL DOS PIBIC'S COMO EXPERIÊNCIA DE ARTICULAÇÃO DA PESQUISA NA GRADUAÇÃO E NA PÓS GRADUAÇÃO"



refletindo no SPI. O padrão 'Moderadamente Úmido (MU)' para 1 posto, 'Umidade Incipiente (UI)' com 3, 'Seca Incipiente (SI)' com 11, 'Moderadamente Seco (MS)' apresentou 5, 'Severamente Seco (SS)' com 6 e 'Extremamente Seco (ES)' com 1. Esse ano de 2012 o período de chuvas foi influenciado por um Dipolo Positivo, influenciando negativamente na ocorrência das chuvas. Posteriormente, será aplicado a Correlação de Pearson com os SPI e as anomalias oceânicas a fim de se verificar a influência dos oceanos a nível mensal para o período chuvoso da área.

5. Conclusão

Com base nas representações fornecidas, fica evidente que os postos do Alto Jaguaribe apresentam variabilidade de chuva no tempo e espaço, desempenham um papel crucial no abastecimento da região, principalmente durante períodos da estação chuvosa que afetam diretamente seus reservatórios hídricos. O SPI variou entre os postos no período anual. Concluímos que os fenômenos oceânicos influenciam no padrão pluviométrico encontrado, necessitando ainda passar por um refinamento estatístico a nível mensal.

6. Agradecimentos

Agradeço ao PIBIC – Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica pela concessão da bolsa. Agradeço a Professora Juliana pela oportunidade de auxiliar no meu primeiro projeto científico. Agradeço a minha família que se disponibilizou a me ajudar e ser um grande suporte nas noites em que fiquei as claras e aos meus colegas de Laboratório de Análise Geoambiental – LAGEO/URCA que me ajudaram, mesmo com seus afazeres.

7. Referências

KAYANO, Mary T. et al. El Niño e La Niña dos últimos 30 anos: diferentes tipos. **Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, INPE**, 2016.

MARENGO, J. A., NOBRE, C. A., CHOU, S. C., TOMASELLA, J., SAMPAIO, G., ALVES, L. M., KAY, G. **Riscos das Mudanças Climáticas no Brasil**. Análise Conjunta Brasil- Reino Unido Sobre os Impactos das Mudanças Climáticas e do Desmatamento na Amazônia. Disponível: <http://proclima.cetesb.sp.gov.br/2011/05/19/riscos-das-mudancas-climaticas-no-brasil-analiseconjunta-brasil-reino-unido-sobre-os-impactosdas-mudancas-climaticas-e-do-desmatamentona-amazonia.pdf>. 2011.

PENAFORTE, R.V. Análise das secas na bacia do rio do Peixe através do Índice Padronizado de Precipitação (spi). Universidade Federal da Paraíba. Departamento de Engenharia Civil e Ambiental. **Dissertação de Mestrado**.

SILVA, J.M.O; LUNA, V.F; LOPES, L.S. Variabilidade pluviométrica no município de Tauá – CE. **Anais do XV Simpósio Brasileiro de Climatologia Geográfica**. Paraná: Guarapuava, 2023.