



ISSN: 2230-9926

Available online at <http://www.journalijdr.com>

IJDR

International Journal of Development Research

Vol. 11, Issue, 03, pp.45744-45751, March, 2021

<https://doi.org/10.37118/ijdr.21267.03.2021>



RESEARCH ARTICLE

OPEN ACCESS

EXTREMOS CLIMÁTICOS DE PRECIPITAÇÃO NO DELTA DO PIAUÍ

Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra^{1,*}, Helenice Vital² and David Mendes³

¹Av. Hilton Souto Maior, 7701 – Q06, Lt.15, João Pessoa/PB

²Departamento de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário,

³Departamento de Ciências Atmosféricas e Climáticas, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Campus Universitário, Lagoa Nova – Natal, 59078-970

ARTICLE INFO

Article History:

Received 17th January, 2021

Received in revised form

26th January, 2021

Accepted 11th February, 2021

Published online 30th March, 2021

Key Words:

Mortalidade Materna,
Perfil epidemiológico,
Saúde da mulher.

*Corresponding author:

Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra

ABSTRACT

Extremos de precipitação de 1980 a 2013 foram identificados nas localidades de Teresina e Parnaíba (PI). A obtenção do Índice de Anomalia da Chuva (IAC) evidenciou que 1985 foi o ano mais chuvoso para Teresina (2260.2 mm) e Parnaíba (2877.1 mm). E que 1993 foi o ano menos chuvoso em ambas as localidades (608.7 mm e 457.2 mm, respectivamente). Os maiores totais mensais ocorreram em março/1986 e abril/1995 em Teresina (569.8 mm) e, o menor (0.0 mm) ocorreu em março e maio de 1993. Em Parnaíba, o maior/menor total mensal ocorreu em abril/1985 (826.6 mm) e fevereiro/1990 (0.0 mm), as maiores frequências de anomalias positivas (+) e negativas (-) aconteceram em maio (50%) e março (61,7%), respectivamente. Em Teresina, a maior frequência de anomalias (+) e (-) ocorreu em abril (44.1% e 53%). A frequência da precipitação dentro do normal (IAC=0) foi quase sempre inferior a 20%, em ambas as localidades, exceto no mês de maio em Teresina, onde 23.5% das chuvas registradas ocorreram dentro do normal. Por fim, a frequência de ocorrência dos meses secos prevaleceu sobre a dos meses chuvosos e normais, atestando que há alta variabilidade mensal e anual da precipitação em ambos os municípios.

Copyright © 2021, Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra et al. This is an open access article distributed under the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

Citation: Flávia Regina Lacerda Suassuna Dutra, Helenice Vital and David Mendes. "Extremos climáticos de precipitação no delta do piauí", *International Journal of Development Research*, 11, (03), 45744-45751.

INTRODUCTION

A Bacia Hidrográfica do Parnaíba – BHP com seus afluentes, drena grande parte do Piauí e é a segunda mais importante bacia do Nordeste. A região hidrográfica que abrange o BHP é a mais extensa dentre as 25 bacias da Vertente Nordeste e abrange os Estados do Piauí, parte do Maranhão e do Ceará. Essa região apresenta grandes diferenças inter-regionais em termos de desenvolvimento socioeconômico em relação à disponibilidade hídrica. A variabilidade climática pode afetar a resposta hidrológica de uma bacia hidrográfica, especialmente através de alterações no regime de precipitação, interferindo diretamente o escoamento superficial, causando alterações nas características dos fluxos (Middelkoop et al., 2001; Milly et al., 2002; Lane et al., 2007; Dutra et al., 2014) e no total de sedimento transportado para a foz do Rio. O fluxo de sedimentos suspenso em um rio é um importante parâmetro para a gestão de projetos hidráulicos e um índice avaliativo sobre o estado de erosão do solo no entorno de uma bacia (Zhu et al., 2007). A sazonalidade da concentração do sedimento suspenso no rio Parnaíba é diretamente afetada pela precipitação, porém essa relação não é

linear, pois existe uma defasagem de alguns meses entre o pico de sedimento suspenso e o máximo de precipitação sazonal (da Silva et al., 2015), que apresenta grande variabilidade espaço temporal na região, em relação aos diferenciados regimes de chuvas, total mensal e também total máximo, que acontecem em períodos distintos do ano (Aquino da Silva et al., 2015, da Silva et al., 2015). Um fator importante a ser considerado é que grande parte da região, enquadra-se no Semiárido Nordestino, onde se observa elevada temperatura e período chuvoso concentrado em poucos meses, registrando pouca ou nenhuma precipitação no restante do ano. O longo período de estiagem afeta significativamente as características do solo da região, tornando-o mais seco e resistente, quando se inicia o período chuvoso, as primeiras chuvas são lixiviadas pelo solo até o momento em que ele recupera a umidade e aumenta a quantidade de sedimento transportado pelo fluxo superficial do Rio. Diversos índices têm sido utilizados em estudos voltados ao conhecimento das anomalias das precipitações pluviométricas, para identificar anos secos e chuvosos no Nordeste Brasileiro (NEB). Índices de seca fornecem representações espaciais e temporais e colocam as condições atuais em perspectiva histórica.

O Índice de Anomalia da Chuva (IAC) desenvolvido por Rooy (1965) vem sendo aplicado e tem apresentado resultados satisfatórios para várias partes do Brasil (Marcuzzo et al., 2011; Marcuzzo e Goularte, 2012; Sanches et al., 2014; Alves, 2015; Fonseca, 2016), principalmente em pesquisas desenvolvidas no NEB (Freitas, 2004 e 2005; Melo, 2021) para caracterização de períodos extremos secos e chuvosos, bem como, propicia a criação de um banco de dados referentes à intensidade espaço temporal desses períodos. Segundo Repelli et al., (1998) o IAC é uma potencial ferramenta para aplicações de monitoramento, tendo em vista a facilidade de acesso aos dados de precipitação mensais em tempo real, além de responder bem em regiões semiáridas e tropicais, especialmente para o NEB. Araújo et al., (2007) estudaram como a variabilidade climática influencia a precipitação local na bacia do rio Paraíba, utilizaram para isso o Índice de Anomalia da Chuva - IAC, os quais apontaram semelhanças entre as regiões do Taperoá e Alto Paraíba. Na primeira região observaram anos secos consecutivos até a década de 1960. Na região do Alto Paraíba constataram período seco entre as décadas de 1950 a 1960. A variabilidade climática e a precipitação na bacia do rio Pajeú (PE) foram estudadas por Assis et al., (2013) através do uso do IAC. Os dados evidenciaram que até a década de 1980 prevaleceram anos úmidos, ao passo que nas décadas de 1990 a 2000 ocorreram oito anos secos, sendo quatro deles classificados como anos muito secos a extremamente secos. A variabilidade da precipitação no município de Castelo (PI) entre 1963 a 2001, foi analisada por Santos & Aquino (2017) através da obtenção do IAC, os autores concluíram que os anos secos a extremamente secos prevaleceram na área estudada com índice de 53,8%. Ao longo das últimas décadas os extremos de precipitação têm ocorrido com maior frequência no NEB, Região que convive historicamente com episódios de secas/inundações de variados tipos, com ciclos de ocorrência diversos e com grande variabilidade espaço temporal. Além disso, esses fenômenos acarretam inúmeros prejuízos sobre o meio ambiente e a vida da população. Diante disto, o objetivo do presente estudo é identificar e analisar o comportamento climático dos extremos de precipitação nas localidades de Teresina e de Parnaíba no estado do Piauí.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizados dados mensais de precipitação para os municípios de Teresina (-5°08'; -41°76') e Parnaíba (-3°10'; -41°76') localizadas no Piauí, no período de 1980 a 2013, obtidos a partir das estações meteorológicas pertencentes ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). O IAC mensal proposto por Rooy (1965) foi obtido pelas equações (1) e (2):

Onde:

$$IAC = 3 \left[\frac{(N-\bar{N})}{(\bar{M}-\bar{N})} \right] \text{ Equação (1)- Anomalias positivas (+)} \rightarrow$$

$$IAC = -3 \left[\frac{(N-\bar{N})}{(\bar{X}-\bar{N})} \right] \text{ Equação (2)- Anomalias negativas (-)} \rightarrow$$

N=precipitação (mm) observada para o mês que será calculado o IAC;

\bar{N} = precipitação média da série histórica (mm);

\bar{M} = média dos dez valores mensais ou anuais mais altos;

\bar{X} = média dos dez valores mensais ou anuais mais baixos

Índice de Anomalia da Chuva (IAC): O cálculo do IAC foi obtido a partir das observações das precipitações médias mensais nos municípios de Teresina e Parnaíba no Piauí (PI), no período de janeiro a maio de 1980 a 2013. Os índices obtidos permitiram identificar as anomalias positivas (+) e negativas (-) da precipitação que ocorreram dentro da estação chuvosa (jan-mai). Foram atribuídos valores que correspondem à classificação nominal determinada pelo o IAC, a partir da aplicação do método desenvolvido por Rooy (1965) e adaptado posteriormente por Fernandes et al., (2009). A Tabela 1, apresenta a classificação do IAC adaptada em função dos atributos numéricos.

Seleção dos Extremos Secos e Chuvosos: Foram considerados os meses/anos em que ocorreram extremos secos e chuvosos mais significativos, portanto, foram selecionados apenas os valores de IAC que caracterizam: (a) Anomalias positivas (+) classificadas como: Umidade Alta ou Extremamente Úmido em que, X=Atributos e, assume valores onde: $X \geq 3$ e, (b) Anomalias negativas (-) classificadas como: Seca Extremamente Alta ou Seca Alta, em que X=Atributos, e assume valores onde: $X \leq -3$.

Tabela 1. Classificação da Anomalia da Chuva Mensal – IAC, segundo Rooy (1965) e modificado por Fernandes et al. (2009)

Classificação Mensal da Chuva (IAC)	Atributos
Extremamente úmido	≥ 4,00
Umidade alta	3,00 a 3,99
Umidade moderada	2,00 a 2,99
Umidade baixa	0,50 a 1,99
Normal	-0,49 a 0,49
Seca suave	-1,99 a -0,5
Seca moderada	-2,00 a -2,99
Seca alta	-3,00 a -3,99
Seca extremamente alta	≤ -4,00

Os Quinquênios: A representação gráfica do IAC para a série em estudo (1980-2013) foi dividida em 6 gráficos de quinquênios (5 anos), sendo que o último gráfico corresponde aos 4 últimos anos da série. Esse ordenamento permitiu a simplificação da análise, bem como, visualizar os extremos (secos e chuvosos) mais significativos a cada cinco anos. Portanto, a análise foi feita segundo a ordem cronológica, onde cada ordem dos quinquênios corresponde a um dado período: 1° Quinquênio: 1980-1984; 2° Quinquênio: 1985-1989; 3° Quinquênio: 1990-1994; 4° Quinquênio: 1995-1999; 5° Quinquênio: 2000-2004; 6° Quinquênio: 2005-2009 e os últimos 4 anos da série que corresponde ao período de 2010-2013, totalizando 34 anos.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Análise da Precipitação (PP): Para obtenção do IAC foram calculados os parâmetros estatísticos da Precipitação (PP) em Teresina e Parnaíba nos meses de janeiro a maio no período de 1980-2013 (Tabela 2). Na Tabela 2 é apresentada a média histórica, calculada a partir da série histórica da precipitação mensal e, a média climatológica (1961-1990) do INMET. A análise dos parâmetros, evidenciou que os maiores valores do desvio padrão para o período chuvoso foram observados nos meses de março (121.6 e 133.4) e abril (161.3 e 145.9) em Parnaíba e Teresina, confirmando grande variabilidade da precipitação, em relação a sua média histórica (Tabela 2). Os mínimos totais da PP ocorreram nos meses de fevereiro (0.0 mm) em ambas as localidades e, em março e maio (0.0 mm) em Teresina, enquanto que os máximos totais foram registrados nos meses de abril em Parnaíba (826.6 mm) e, em março e abril em Teresina (569.8 mm). Os parâmetros X e M, média dos dez menores/menores totais de PP, evidenciaram que o menor valor (X) foi observado em Parnaíba em janeiro (19.5 mm), enquanto que em Teresina, ocorreu em maio (12.3 mm). O maior valor (M) ocorreu no mês de abril (438.6 e 443.5mm) em ambas as localidades, Parnaíba e Teresina. Essa análise permitiu constatar que os menores/menores valores de X e M, ocorreram no período que vai do menor ao maior acumulado mensal de PP, em ambas as localidades (Tabela 2). É importante ressaltar que análise dos dados permitiu afirmar que o ano de 1985 foi o mais chuvoso, tanto em Teresina como em Parnaíba, com os totais anuais de 2260.2mm e 2877.1mm, respectivamente. Enquanto que 1993, foi o ano menos chuvoso para Teresina e Parnaíba com os respectivos totais de 608.7mm e 457.2mm. Os meses com os maiores/menores totais observados em Teresina foram: 569.8mm ocorridos em mar/1986 e abr/1995 e, o menor total foi 0.0mm, verificado em março e maio de 1993. Já em Parnaíba, o maior total foi de 826.6mm, observado em abril/1985 e, o menor de 0.0mm em fev/1990.

Tabela 2. Estatística da precipitação mensal (mm) em Teresina e Parnaíba entre 1980-2013.

Cidades	Mês	Méd. Hist. (mm)	Méd. Clim. (mm)	Desvio Padrão	Valor Mín. PP (mm)	Valor Máx. PP (mm)	X (mm)	M (mm)
Parnaíba	Jan	118.0	142.5	94.1	1.3 (07)	368.1 (85)	19.5	233.7
	Fev	177.8	254.8	115.0	0.0 (90)	457.1 (80)	49.4	318.3
	Mar	253.5	371.1	121.6	76.5 (93)	605.5 (85)	146.9	409.1
	Abr	244.7	405.7	161.3	54.7 (98)	826.6 (85)	88.4	438.6
	Mai	154.0	255.1	106.4	3.1 (80)	366.7 (09)	36.3	290.4
Teresina	Jan	197.8	177.7	96.2	61.5 (83)	429.3 (85)	106.9	316.2
	Fev	230.9	268.0	123.3	0.0 (90)	530.2 (07)	96.3	378.0
	Mar	296.3	297.8	133.4	0.0 (93)	569.8 (86)	144.3	428.1
	Abr	267.5	272.4	145.9	55.7 (81)	569.8 (95)	115.6	443.5
	Mai	107.8	113.2	97.0	0.0 (93)	401.4 (09)	12.3	229.7

Tabela 3. Percentual das anomalias mensais da Precipitação (PP) em Teresina e Parnaíba (PI) de janeiro a maio de 1980-2013

Cidades	Mês	Anomalia (+) de PP (%)	Anomalia (-) de PP (%)	Anomalia (0) de PP (%)
Parnaíba	Jan	38.2	49.9	11.8
	Fev	38.2	47	14.7
	Mar	32.3	61.7	5.9
	Abr	35.3	50	14.7
	Mai	50	41.2	8.8
Teresina	Jan	32.3	50.5	17.2
	Fev	41.2	50	8.8
	Mar	41.2	44.1	14.7
	Abr	44.1	53	2.9
	Mai	26.5	50	23.5

Análise do IAC: De um modo geral, quanto ao comportamento das anomalias mês a mês, descrita na Tabela 1, observa-se que na maior parte dos meses dentro do período chuvoso (jan-mai), em ambas as localidades, as anomalias (-) ocorrem com maior frequência do que as anomalias (+), ou seja, é mais frequente meses com extremos secos do que extremos úmidos (Figura 1). A análise da frequência percentual de ocorrência das anomalias (+) e (-) da precipitação mensal, em anos secos e chuvosos em Teresina e Parnaíba (Tabela 3), revelou que a maior frequência de anomalias (+) ocorreu no mês de maio (50%) e que, a maior anomalia (-) ocorreu em março (61,7%) para Parnaíba. Em Teresina, as maiores frequências de anomalias (+) e (-), ocorreram ambas no mês de abril com os valores de 44,1% e 53%. É importante notar que quando a anomalia assume o atributo de valor zero (0) significa que o total mensal de precipitação, para o mês em que foi observado, ficou dentro do normal ou da média histórica e, essa ocorrência foi observada com menor frequência (Figura 1 e Tabela 3). O percentual de meses em que a frequência da precipitação ocorre dentro do normal é quase sempre inferior a 20%, em ambas as localidades, exceto no mês de maio em Teresina, onde foi verificado que em 23,5%, desse mês ao longo da série, as chuvas registradas ocorreram dentro do normal. Portanto, percebe-se que a frequência de ocorrência dos meses secos prevalece sobre a frequência de meses chuvosos e normais.

Varição do IAC em Quinquênios: A variação do IAC está apresentada em seis gráficos de quinquênios (Figura 2), cada quinquênio corresponde a 5 anos consecutivos da série e, os dois últimos gráficos correspondem aos 4 últimos anos da série (2010-2013). Esse ordenamento permitiu a simplificação da análise, bem como, visualizar mais claramente os extremos (secos e chuvosos) mais significativos a cada cinco anos em cada município. A Figura 2 apresenta a variação do IAC em função dos quinquênios, ordenados segundo a ordem cronológica, onde cada ordem corresponde a um período de 5 anos da série. As informações contidas na Tabela 4, foram extraídas da Figura 2 e, as discussões apresentadas referem-se as variações dos extremos secos e chuvosos mais significativos segundo as classificações: (a) Extremos Secos: Seca Extremamente Alta e Seca Alta (atributos de valores -4 e -3, respectivamente); (b) Extremos Chuvosos: Extremamente Úmido e Umidade Alta (atributos 4 e 3).

1º Quinquênio (1980-1984): Em Teresina as anomalias (+) foram menos frequentes, porém com intensidades bem significativas e com classificação de Extremamente Úmido, observadas em fev/80, abr/84 e Umidade Alta em jan/81 (Tabela 4). As anomalias (-) apresentaram-se com intensidades variáveis entre Seca Extremamente Alta e Seca Alta, ocorrendo em praticamente todos os meses/anos: fev e abr/81, jan e abr/83 (Seca Extremamente Alta) e, mar e abr/80, jan/82 e mai/83 (Seca Alta), exceto em 1984 que não apresentou anomalias (-). Em Parnaíba, as anomalias (+) com classificação de mês Extremamente Úmido ocorreu em fev/80 e mar/81, enquanto que, a classificação do tipo Umidade Alta, foi observada em mai/81, abr e mai/84. Já as anomalias (-) foram mais frequentes e ocorreram em praticamente todos os meses/anos, a mais intensa do tipo Seca Alta, aconteceu em abr e mai/80; abr/81; jan e mai/83 e, em mar/83 foi observado Seca Extremamente Alta.

2º Quinquênio (1985-1989): Observa-se que em Teresina, as anomalias (+) foram mais frequentes ao longo dos meses/anos de jan, fev e mai/85, mar/86, mar/87, mar/88, mar/89, prevalecendo à classificação de Extremamente Úmido. As anomalias (-) extremas foram menos frequentes e intensas, a anomalia mais intensa do tipo Seca Alta, ocorreu apenas em mai/87. Em Parnaíba o comportamento do IAC se apresentou bem semelhante ao de Teresina, as anomalias (+) foram mais frequentes e a classificação de Extremamente Úmido ocorreu em jan, mar e abr/85, fev/86 e, nos meses de fev e mai/85, abr/86 e mar/89 se constatou Umidade Alta. As anomalias (-) extremas foram menos frequentes e intensas, sendo que a mais significativa, Seca Alta, ocorreu em jan/89.

3º Quinquênio (1990-1994): Observa-se um comportamento oposto ao quinquênio anterior em Teresina, pois as anomalias (+) foram pouco frequentes e intensas, apenas em jan/94 se constatou um mês Extremamente Úmido. Já as anomalias (-) foram mais frequentes ao longo dos meses/anos de fev/90 e mar/93 classificados como Seca Extremamente Alta, enquanto que em jan e mar/90, mai/92, jan e mai/93 e mai/94 prevaleceu Seca Alta. Em Parnaíba, o comportamento é praticamente análogo ao de Teresina, tanto em relação às anomalias (+) como anomalias (-), diferindo apenas em termos de intensidade, pois foi verificado que o IAC para as anomalias (+) em Parnaíba, foi menos intenso do que em Teresina, caracterizando o mês de jan/91 com Umidade Alta (3).

Tabela 4. Classificação em meses/anos dos extremos de precipitação mais significativos, ordenados em quinquênios e nos últimos 4 anos da série para as localidades de Parnaíba e Teresina (PI) de 1980-2013

	Quinquênios	Umidade Alta a Extremamente Úmido ($X \geq 3$)	Seca Alta a Seca Extremamente Alta ($X \leq -3$)
Parnaíba	1º	fev/80 (4); mar/81 (4); mai/81 (3); abr e mai/84 (3)	mar/83 (-4); abr e mai/80 (-3); abr/81 (-3); jan e mai/83 (-3)
	2º	jan, mar e abr/85 (4); fev/86 (4), fev e mai/85 (3); abr/86 (3); mar/89 (3)	jan/89 (-3)
	3º	jan/91 (3)	fev/90 (-4); fev/92 (-4); mar/93 (-4); mai/92 (-3); e mai/93 (-3)
	4º	jan/96 (4) e mar/96 (3)	jan/95 (-3); fev e mai/97 (-3); fev e abr/98 (-3)
	5º	fev/03 (4) e jan/04 (4)	abr/04 (-3)
	6º	mai/06 (4); mai/09 (4); mar/09 (3) e	abr/05 (-3); jan/07 (-3)
Últimos 4 anos		jan, fev e mar/10 (-3); jan e abr/12 (-3); fev e mar/13 (-3)	
Teresina	1º	fev/80 (4) e abr/84 (4); jan/81(3)	fev e abr/81 (-4); jan e abr/83 (-4); mar e abr/80 (-3); jan/82 (-3); mai/83 (-3)
	2º	jan, fev e mai/85 (4); mar/86 (4); mar/87 (4); mar/88 (4); mar/89 (4)	mai/87 (-3)
	3º	jan/94 (4)	fev/90 (-4) e mar/93 (-4); jan e mar/90 (-3); mai/92 (-3); jan e mai/93 (-3); mai/94 (-3)
	4º	abr e mai/95 (4); mar/96 (4)	abr e mai/98 (-3)
	5º	jan/04 (3)	fev e abr/02 (-3); jan/03 (-3)
	6º	fev/07 (4); abr/08 (4); abr e mai/09 (4); mai/06 (3);	jan/07 (-4) e jan/06 (-3)
Últimos 4 anos		fev e mar/2010 (-3)	

As anomalias (-) foram mais intensas em Parnaíba do que em Teresina, a exemplo de fev/90, fev/92 e mar/93, onde foi observada Seca Extremamente Alta e, em maio dos anos 1992 e 1993 ocorreu Seca Alta.

4º Quinquênio (1995-1999): Tanto em Teresina como em Parnaíba, observa-se bastante oscilação entre as anomalias (+) e (-) e suas intensidades ao longo dos meses/anos. Em Teresina, destaca-se a condição de Extremamente Úmido, como o extremo mais significativo, observado nos meses de abr e mai/95, e mar/96 e, nos meses de abr e mai/98 foi observada Seca Alta. Em Parnaíba, ocorreram anomalias (+) do tipo Extremamente Úmido e Alta Umidade nos meses de jan/96 e mar/96, respectivamente e, quanto as anomalias (-) mais intensas, prevaleceu à classificação de Seca Alta nos meses de jan/95, fev e mai/97, fev e abr/98.

5º Quinquênio (2000-2004): Foi observado em Teresina que ambas as anomalias (+ e -) perdem intensidade e predominam as classificações de Umidade Alta (jan/04) e Seca Alta (fev e abr/02 e, jan/03), sendo que esta última classificação se apresenta com maior frequência ao longo dos meses/anos desse quinquênio. Em Parnaíba as anomalias (+) também perdem intensidade, porém, nos meses de fev/03 e jan/04 se constata a condição de Extremamente Úmido, enquanto que em abr/04 foi verificado a condição de Seca Alta.

6º Quinquênio (2005-2009): Tanto em Teresina quanto em Parnaíba, foi observado bastante oscilação entre as anomalias (+) e (-) e suas intensidades. Em Teresina, ocorreram anomalias (+) do tipo Extremamente Úmido, em fev/07, abr/08, abr e mai/09 e, Umidade Alta em mai/06. Já as anomalias (-) mais intensas de Seca Extremamente Alta e Seca Alta ocorreram em jan/07 e jan/06, respectivamente. Em Parnaíba, foi observado que os meses de mai/06 e mai/09 foram Extremamente Úmidos e, que mar/09 foi um mês de Alta Umidade. As anomalias (-) mais intensas foram do tipo Seca Alta, observada nos meses de abr/05 e jan/07.

Últimos 4 anos da série (2010-2013): As anomalias seguem perdendo intensidade tanto em Teresina quanto em Parnaíba. Destaca-se que em ambas as localidades não foram verificadas condição de umidade extrema (Umidade Alta e Extremamente Úmida). Entretanto, em termos de extremos secos, as anomalias (-) mais significativas foram verificadas em fev e mar/2010 em Teresina e, durante os meses de jan, fev e mar/10, jan e abr/12, fev e mar/13 em Parnaíba, atestando a condição de Seca Alta em ambos os municípios. Em termos absolutos o quinquênio mais chuvoso, verificado no período de jan-mai (1980-2013), ou com os maiores totais (acumulado de cinco anos), foi observado tanto para Teresina, quanto para Parnaíba e ocorreu no ano de 1989 no 2º Quinquênio (1985-1989), com os totais

de 9022,3mm e 7922,0mm, respectivamente. Enquanto que, o 3º Quinquênio foi o menos chuvoso e ocorreu no ano de 1994 com os totais de 5231,0mm e 4031,0mm, respectivamente.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os maiores valores do desvio padrão para o período chuvoso (jan-mai) foram observados nos meses de março (121.6 e 133.4) e abril (161.3 e 145.9) em Parnaíba e Teresina, respectivamente, confirmando grande variabilidade da precipitação, nesses meses, em relação a sua média histórica. A análise estatística evidenciou que o ano de 1985 foi o ano mais chuvoso, tanto em Teresina (2260.2 mm) como em Parnaíba (2877.1 mm) e que o ano de 1993 foi o menos chuvoso tanto em Teresina como em Parnaíba (608.7 mm e 457.2 mm). Em relação aos meses, o maior total em Teresina (569.8 mm) ocorreu em mar/1986 e abr/1995 e, o menor total foi 0.0 mm, verificado em março e maio de 1993. Em Parnaíba o maior total foi de 826.6 mm, observado em abril/1985 e o menor de 0.0 mm em fev/1990. A maior frequência de anomalias (+) em Parnaíba ocorreu em maio (50%), enquanto que a maior frequência de anomalia (-) foi em março (61,7%). Em Teresina, as maiores frequências de anomalias (+) e (-), ocorreram no mês de abril com os valores de 44.1% e 53%. A frequência da precipitação dentro do normal quase sempre foi inferior a 20%, em ambas as localidades, exceto no mês de maio em Teresina, onde foi verificado que 23.5% das chuvas registradas ocorreram dentro do normal. Constatou-se que a frequência de ocorrência dos meses secos prevaleceu sobre a frequência de ocorrência de meses chuvosos e normais. Em termos absolutos o 2º Quinquênio (1985-1989) no período de jan-mai (1980-2013) de 1989 foi o mais chuvoso, com os totais de 9022,3mm e 7922,0mm para Teresina e Parnaíba, respectivamente. Enquanto, o 3º Quinquênio (1990-1994) foi o menos chuvoso e ocorreu no ano de 1994, com os totais de 5231,0mm e 4031,0mm, para Teresina e Parnaíba. Portanto, é relevante e notório que em ambos, os municípios, ocorrem alta variabilidade na precipitação e que a identificação dos extremos (secos e chuvosos) pode ajudar a elucidar questões relacionadas à erosão e/ou assoreamento na foz da Bacia Hidrográfica do Parnaíba (BHP). Dessa forma, recomenda-se dar continuidade a pesquisa, ampliando a identificação dos extremos secos e chuvosos para outros municípios, a fim de e avaliar possíveis efeitos desses extremos, sobre a dinâmica sedimentar BHP. Além disso, em paralelo, poder-se-ia analisar e avaliar a influência da circulação atmosférica de meso e larga escala no período intrasazonal e interanual e, suas repercussões sobre os extremos de precipitação, bem como, os impactos desses, sobre a dinâmica e a produção sedimentar na bacia do Parnaíba.

AGRADECIMENTOS

Este estudo foi parcialmente financiado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES), por meio de bolsa de pós-doutorado para a primeira autora (processo nº 88887.156736/2017-00) e Projeto “Evolução Holocênica e dinâmica atual do delta do Parnaíba: resposta de um delta natural as mudanças

climáticas e a subida do nível do mar” - (CAPES CSF PVE S processo nº 88881.068034 / 2014-01) e, parcialmente pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio da bolsas de Produtividade em Pesquisa para a segunda autora (PQ Processo nº 315742/2020-8). Esta é uma contribuição ao INCT AmbTropic - Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia e Ambientes Marinhos Tropicais.

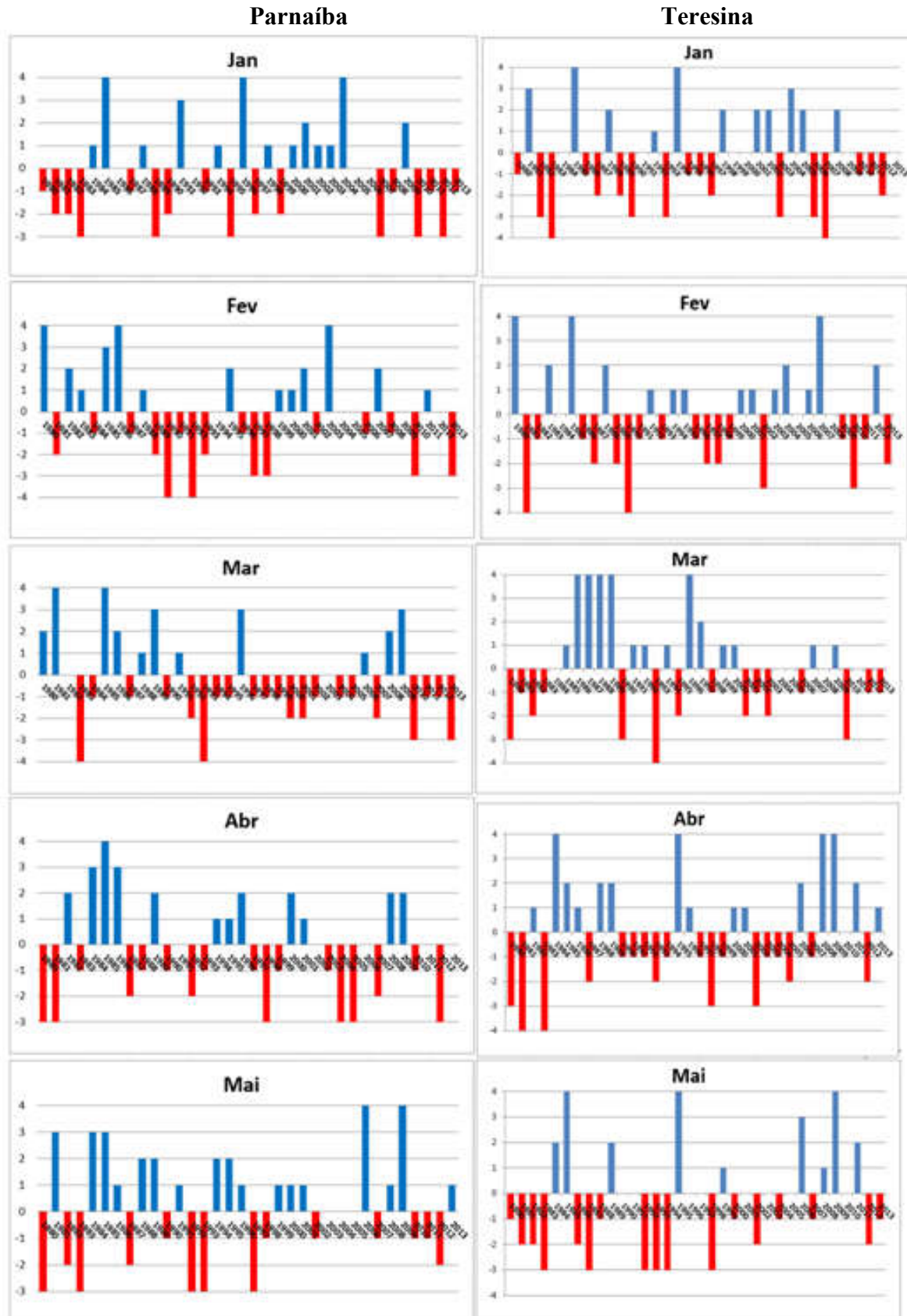
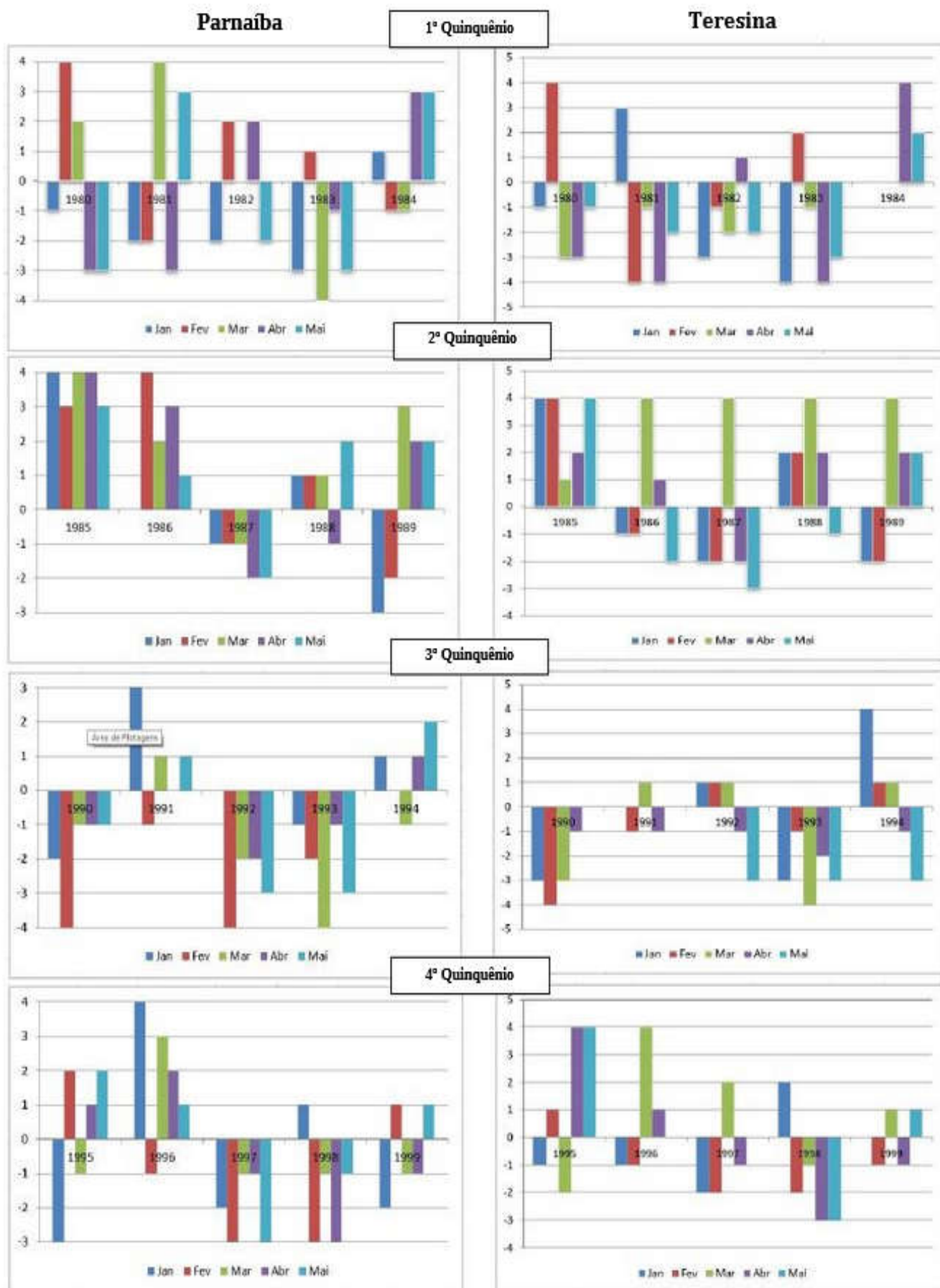


Figura 1. Variação mensal do IAC no período chuvoso (jan-mai) em função dos atributos numéricos, segundo a classificação de Rooy (1965), adaptada por Fernandes et al. (2009)



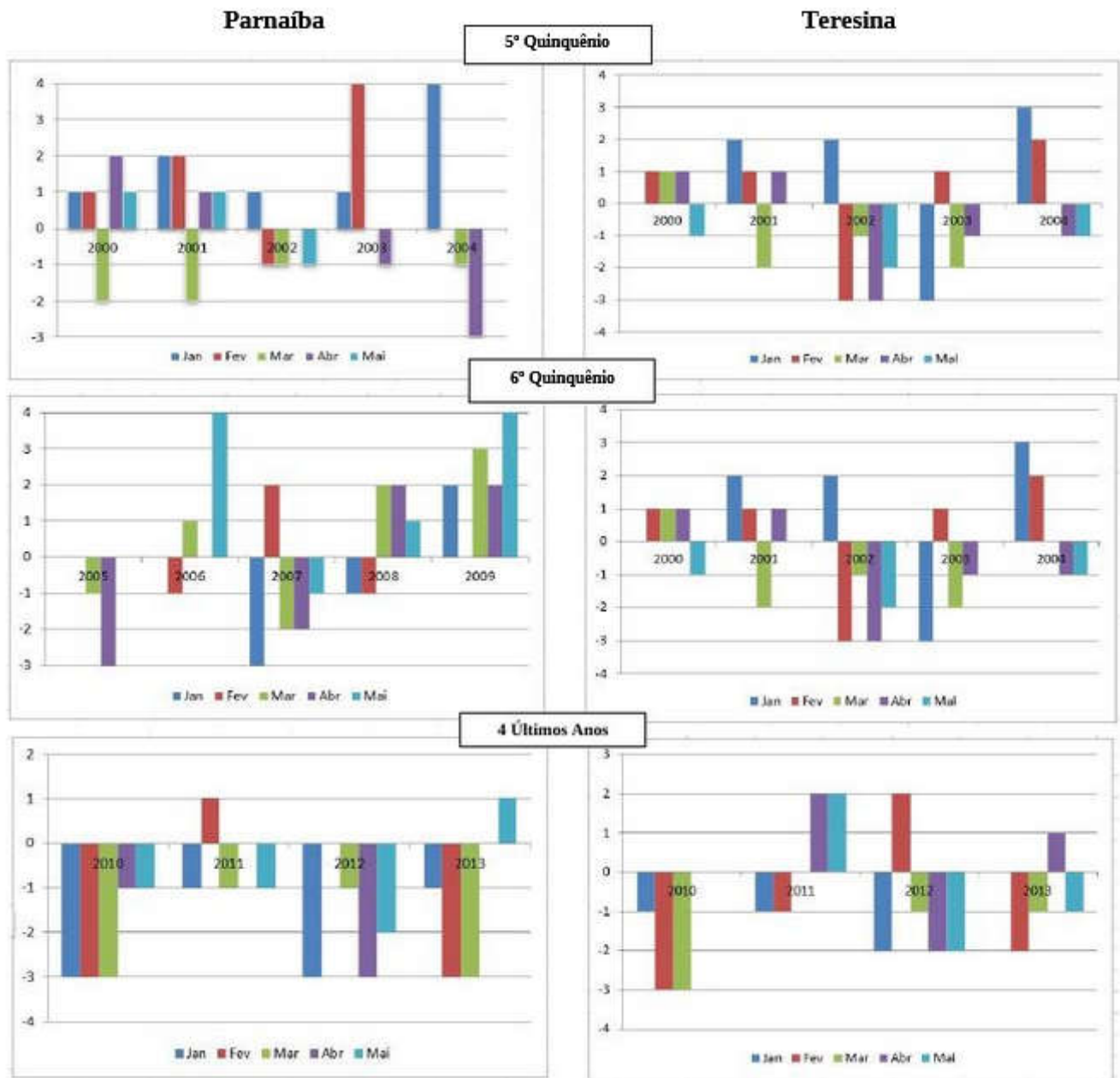


Figura 2. Variação do IAC distribuída em seis Quinquênios e nos Últimos 4 anos da série (1980-2013) para as localidades de Parnaíba e Teresina no Piauí, no período chuvoso de janeiro a maio

REFERÊNCIAS

- Alves, M.F.A., Medeiros, M.C., Moura, E.F., Lima, G.A., Crispim, D.L. Análise do Regime Hídrico de Patos-Pb por Meio do Índice de Anomalia de Chuvas IAC. , 2015. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, V. 10, N. 2, P. 42.
- Aquino da Silva, A. G., Stattegger, K., Schwarzer, K., Vital, H. & Heise, B. 2015. The influence of climatic variations on river delta hydrodynamics and morphodynamics in the Parnaíba delta, Brazil', Journal of Coastal Research.
- Araújo, I. e. et al. 2007. Variabilidade espaçotemporal da precipitação no Cariri paraibano. Revista Educação Agrícola Superior, Brasília, v. 22, n. 2, p. 23-26.
- Assis, J. M. O. et al. 2013. Índice de anomalia de chuva IAC. como indicador para análise da variabilidade climática na bacia hidrográfica do rio Pajeú-PE. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 20, Bento Gonçalves, RS, Anais... Bento Gonçalves, RS, 17 a 22 de novembro de 2013. p. 1-8.
- Da Silva, A. G. A., Amaro, V. E., Stattegger, K., Schwarzer, K., Vital, H. & Heise, B. 2015. Spectral calibration of cabers 2b multispectral satellite images to assess suspended sediment concentration, ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing 104, 53–62.
- Dutra, F.R.L.S. et al. 2014. Meteorological Tides and Episodes of Severe Coastal Erosion on The Coast of Salvador, Bahia State, Brazil. Brazilian Journal of Geophysics, [S.l.], v. 32, n. 4, p. 615-636, dez. 2014. ISSN 1809-4511. Disponível online em <<https://sbgf.org.br/revista/index.php/rbgf/article/view/551>>. doi:<http://dx.doi.org/10.22564/rbgf.v32i4.551>.
- Fernandes, D. S., Heinemann, A. B., PAZ, R. L. da., Amorim, A. de O., Cardoso, A. S. 2009. Índices para a quantificação da seca. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão. Disponível online em <http://www.simehgo.sectec.gov.br/downloads/downloads/publicacoes/artigos/doc_244.pdf>.
- Fonseca, M.N.O. 2016. Índice de Anomalia de Chuva IAC na Avaliação das Precipitações em Blumenau SC entre 1941 a 2015 e as Repercussões Socioambientais. Anais Congres. Variabilidade e Suscetibilidade Climática: Implicações Ecológicas e Sociais, Goiânia, p. 605-616.

- Freitas, M. A. S. A, 2004. A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. Puerto Iguazú. Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses. Puerto Iguazú: CACIER, v. 1, p. 1-1.
- Freitas, M. A. S. Um Sistema de Suporte à Decisão para o Monitoramento de Secas Meteorológicas em Regiões Semiáridas, 2005 Revista Tecnologia, Fortaleza, v. Suplem, p. 84-95.
- Lane, S., Tayefi, V., Reid, S., Yu, D. & Hardy, R. 2007. Interactions between sediment delivery, channel change, climate change and flood risk in a temperate upland environment, *Earth Surface Processes and Landforms* 32 (3), 429–446.
- Marcuzzo, F.F.N., Goularte, E.R.P. 2012. Índice de Anomalia de Chuvas do Estado do Tocantins. *Geoambiente*, V. 19, N. 1, P. 57-71. Disponível online em <https://www.revistas.ufg.br/geoambiente/issue/view/1382>.
- Marcuzzo, F.F.N., Melo, D.C.R., Rocha, H M. 2011. Distribuição Espaço-Temporal e Sazonalidade das Chuvas no Estado do Mato Grosso. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, V. 16, N. 4, P. 157-167. DOI: 10.21168/rbrh.v16n4.p157-167.
- Melo, V. S., Lima, L. M., 2021. Caracterização da Chuva da Microrregião de Catolé do Rocha no Estado da Paraíba Baseada em Estatística Aplicada. *Rev. bras. meteorol.*, São Paulo. Disponível online em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-77862021005004204&lng=en&nrm=iso. <https://doi.org/10.1590/0102-77863610006>.
- Middelkoop, H., Daamen, K., Gellens, D., Grabs, W., Kwadijk, J. C., Lang, H., Pannt, B. W., Schädler, B., Schulla, J. & Wilke, K. 2001. Impact of climate change on hydrological regimes and water resources management in the rhine basin, *Climatic change* 49 1-2. , 105–128.
- Milly, P. C. D., Wetherald, R. T., Dunne, K. & Delworth, T. L. 2002. Increasing risk of great floods in a changing climate, *Nature* 415 6871. , 514–517.
- Repelli, C. A., Ferreira, N. S., Alves, J. M. B., Nobre, C. A., 1998. Índice de anomalia de precipitação para o Estado do Ceará. In: X Congresso Brasileiro de Meteorologia e VIII Congresso da FLISMET, 1998, Brasília - DF.
- Rooy, M. P. V. 1965. A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space, *Notes*, 14, 43.
- Sanches, F.O., Verdum, R., Fisch, G., 2014. Índice de Anomalia de Chuva (IAC) na avaliação das precipitações anuais em Alegre/RS (1928-2009) . *Caminhos de Geografia*, v. 15, n. 51, p. 73-84.
- Santos, F. A; Aquino, C. M. S. 2017. Análise da precipitação pluviométrica no município de Castelo do Piauí, Nordeste do Brasil. *Geosp – Espaço e Tempo Online.* , v. 21, n. 2, p. 619-633, agosto. Disponível online em <http://www.revistas.usp.br/geosp/article/view/123154>>. doi: 10.11606/issn.2179-0892.geosp.2017.123154.
- Zhu, Y.-M., Lu, X. & Zhou, Y. 2007. Suspended sediment flux modeling with artificial neural network: An example of the longchuanjiang river in the upper yangtze catchment, China, *Geomorphology* 84.
