Revista Brasileira de Climatologia
ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

ANÁLISE DOS EXTREMOS CLIMÁTICOS NO MUNICÍPIO DE SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE

CAVALCANTI, José Edergilson – dedecavalcantii@gmail.com
Universidade Federal de Campina Grande / UFCG

MOURA, Débora Coelho – debygeo@hotmail.com
Universidade Federal de Campina Grande / UFCG

WANDERLEY, Lucas Suassuna de Albuquerque – lucassaw.13@gmail.com
Universidade Federal de Pernambuco / UFPE

NÓBREGA, Ranyére Silva – ranyere.nobrega@ufpe.br
Universidade Federal de Pernambuco / UFPE

Submetido em: 05/09/2018
Aceito para publicação em: 17/07/2020
Publicado em: 24/07/2020
DOI: http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v27i0.61385

RESUMO: O presente estudo teve como objetivo elaborar uma classificação climática e investigar a variabilidade pluviométrica no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Foi utilizado o método de Thornthwaite (1948) para a realização da classificação climática. O Índice de Anomalia de Chuvas (IAC) foi aplicado com intuito de classificar os anos em extremamente secos, muito secos, secos, úmidos, muito úmidos e extremamente úmidos, de acordo com os volumes anuais de precipitação. Como análise complementar, foram descritos os principais impactos decorrentes da variabilidade climática no município, de acordo com os registros obtidos no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres do Ministério da Integração Nacional (S2ID). Os resultados demonstraram que o município de Santa Cruz do Capibaribe apresenta clima semiárido, apesar de estar localizado na Mesorregião do Agreste de Pernambuco, onde predominam regimes climáticos subúmidos. Constatou-se, a partir da década de 1980, predomínio de anos secos. No entanto, não há significância estatística para existência de tendência na série pluviométrica. No que se refere aos impactos resultantes dos eventos climáticos extremos, a maioria dos documentos emitidos, decretando estado de emergência, foram em anos considerados secos, havendo em menor número emissão de documentos em anos chuvosos. Nos anos em que foram emitidos decretos, houve prejuízos à agricultura, pecuária e abastecimento hídrico, logo esses impactos corroboram a importância da utilização de dados climáticos para o planejamento territorial a fim de minimizar os riscos às comunidades locais.

PALAVRAS-CHAVE: classificação climática, variabilidade climática, desastres naturais

CLASSIFICATION AND CLIMATE VARIABILITY IN THE MUNICIPALITY OF SANTA CRUZ DO CAPIBARIBE-PE

ABSTRACT: The present study aimed to develop a climate classification and investigate rainfall variability in the municipality of Santa Cruz do Capibaribe-PE. Thornthwaite's method (1948) was used to perform the climatic classification. The Rain Anomaly Index (IAC) was applied in order to classify the years as extremely dry, very dry, dry, humid, very humid and extremely humid, according to the annual volumes of precipitation. As a complementary analysis, the main impacts resulting from climatic variability in the municipality were described, according to the records obtained in the Integrated Disaster Information System of the Ministry of National Integration (S2ID). The results showed that the municipality of Santa Cruz do Capibaribe has a semi-arid climate, despite being located in the Mesoregion of Agreste de Pernambuco, where sub-humid climatic regimes predominate. It was found that from the 1980s there was a predominance of dry years,

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

however, there is no statistical significance for the existence of a trend in the pluviometric series. With regard to the impacts resulting from extreme weather events, most of the documents issued, decreeing a state of emergency, were considered dry in years, with fewer documents being issued in rainy years. In the years when decrees were issued, there was damage to agriculture, livestock and water supply, so these impacts corroborate the importance of using climate data for territorial planning in order to minimize risks to local communities.

KEYWORDS: climatic classification, climatic variability, natural disasters

INTRODUÇÃO

A classificação de climas é a análise primária na caracterização do comportamento atmosférico sobre o espaço geográfico. Entre os métodos utilizados, destacam-se dois tipos de sínteses climáticas, as estáticas e as genéticas (ou dinâmicas). As abordagens genéticas são referentes à investigação das dinâmicas das massas de ar, e são aplicadas, frequentemente, em escala sinótica. As análises estáticas baseiam-se na relação entre variáveis ou índices climáticos de superfície, principalmente temperatura e precipitação (ROSSATO, 2011). As metodologias estáticas e dinâmicas possuem aplicabilidades distintas, e o método mais apropriado depende dos objetivos previamente determinados pelos estudos. Abordagens estáticas são frequentemente utilizadas em análises que requerem limites mais precisos entre as classes climáticas, ou naquelas que se propõem a caracterizar o balanço hídrico ambiental (NÓBREGA, 2010).

Entre os modelos estáticos, destacam-se o de Köppen (1936) e o de Thornthwaite (1948). O segundo procura determinar o balanço hídrico entre a atmosfera, o solo e as plantas. Nesse sistema de classificação, os índices climáticos são definidos a partir do balanço entre a precipitação e a evapotranspiração, considerando a capacidade de armazenamento hídrico dos solos (DA SILVA et al., 2014).

A Região Nordeste do Brasil apresenta gênese climática relacionada a atuação dos anticiclones semifixos do oceano Atlântico e da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). Ademais, as características climáticas locais diversificam-se a partir da interação entre os sistemas atmosféricos de escala sinótica e os fatores geográficos locais, em especial o relevo. Apesar de não explicar a gênese climática regional, o relevo possui importância na distribuição espacial das chuvas sobre a região, intensificando condições de semiaridez ou favorecendo um aumento da ocorrência de chuvas (MOLION e BERNARDO, 2002; REBOITA et al., 2016).

As principais características climáticas no Nordeste Brasileiro, estão vinculadas à variabilidade da precipitação. O tipo climático semiárido, predominante nessa região, apresenta uma grande irregularidade de distribuição das chuvas. Periodicamente, essa região é afetada pela ocorrência de estiagens prolongadas, as quais ocasionam perdas no setor agropecuário e prejudicam o abastecimento de água, inclusive nas áreas urbanas. O regime climático semiárido, apesar de apresentar maior frequência dos tipos de tempo secos, apresente regime torrencial da precipitação. Nesse sentido, chuvas intensas, intercaladas por longos períodos de estiagens também caracterizam a dinâmica climática das áreas secas do nordeste brasileiro (PEREIRA et al. 2017; SILVA, 2011; NÓBREGA et al. 2015).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Sobre os eventos secos, o Ministério da Integração Nacional classifica como estiagens a diminuição das precipitações pluviométricas ou ausência de chuvas durante o período chuvoso. Já a seca é uma estiagem de ordem mais severa e prolongada acarretando a redução das reservas hídricas, tendo como impacto o abastecimento de água nas áreas afetadas (PEREIRA et al. 2017).

É importante destacar que, além das estiagens, outros impactos relativos à variabilidade climática nas áreas secas estão relacionados aos eventos chuvosos, que apresentam potencial de ocasionar diversos transtornos e perdas econômicas. Em áreas secas, os eventos pluviométricos de alta magnitude podem gerar enchentes repentinas, com alto poder destrutivo, em virtude das características geomorfológicas e pedológicas, as quais amplificam o escoamento superficial nas paisagens secas (ALVES et al. 2017*)*.

Em virtude dos problemas ocasionados pelos eventos extremos nos ambientes semiáridos, destaca-se a importância de investigação e caracterização da variabilidade climática. Nessa perspectiva, os índices climáticos são ferramentas importantes, pois através deles, pode-se mensurar a intensidade dos períodos secos e chuvosos. Deste modo, é possível fornecer informações aplicáveis à mitigação dos impactos relativos à variabilidade climática (ARAÚJO et al*.* 2009).

Localizado na região do Semiárido Brasileiro, O município de Santa Cruz do Capibaribe-PE é um dos mais importantes do aglomerado produtivo de confecções da mesorregião do Agreste do estado de Pernambuco. Apesar do acelerado crescimento econômico, este município está inserido no contexto em que os eventos climáticos extremos, conjugados às estruturas precárias de uso e ocupação de terra, ocasionam problemas socioeconômicos. Por esta razão, o presente estudo se propôs a caracterizar a climatologia local e investigar a variabilidade da precipitação pluviométrica, a fim de fornecer informações aplicáveis ao planejamento territorial.

MATERIAL E MÉTODOS

ÁREA DE ESTUDO

O município de Santa Cruz do Capibaribe-PE está localizado na Mesorregião do Agreste pernambucano e na Microrregião do Alto Capibaribe (IBGE, 2010), com sede municipal posicionada nas coordenadas geográficas: latitude 07°51’27”S e longitude 36°12’17”W (Figura 1).

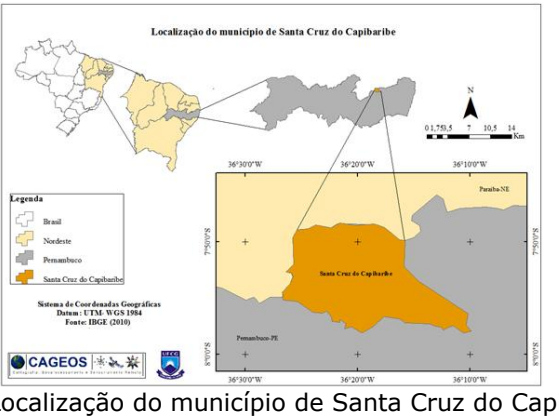

Figura 1 - Localização do município de Santa Cruz do Capibaribe-PE.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Os limites territoriais de Santa Cruz do Capibaribe são: ao norte, nordeste e noroeste, fica a divisa com o estado da Paraíba; ao sul, Brejo da Madre de Deus; ao oeste, Jataúba; ao leste, Taquaritinga do Norte; e ao sudeste, Toritama. Apresenta uma distância em relação a capital Recife, de 183 km. Segundo IBGE (2017), este possui uma população estimada de 105.761 habitantes, dividida entre a sede e a zona rural do município e os distritos de Poço Fundo e Pará.

O município representa a paisagem típica do semiárido nordestino, apresentando uma vegetação composta por caatinga hiperxerófila com trechos de floresta caducifólia. Com vegetação característica de caatinga arbórea, com vegetação arbustiva densa, além de bromeliaceas e cactáceas. Geologicamente, encontra-se localiza na Província Borborema (CPRM 2005, LAS-CASAS E SEVERINO, 2008).

É a indústria têxtil a matriz econômica do Município, que recebe em média 100 mil compradores semanalmente. O polo têxtil de Pernambuco abastece o comércio de praticamente todo Norte e Nordeste, e diversos outros Estados da Brasil (LIRA, 2011).

OBTENÇÃO E TRATAMENTO DOS DADOS

Os dados de precipitação e temperatura médias mensais foram obtidos na plataforma *web* do Departamento de Ciências Atmosféricas da Universidade Federal de Campina Grande (DCA – UFCG), correspondentes às séries climáticas da Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) entre 1911-1990, e a série de dados de temperatura foi estimada pelo modelo Estima-T. Os dados anuais de precipitação da estação pluviométrica do posto de Santa Cruz do Capibaribe (apresentado na tabela 1 – numeração 19) foram adquiridos na plataforma *web* da Agência Pernambucana de Águas e Clima (APAC). Foi utilizada a base cartográfica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a partir das camadas de limites territoriais de estados (Pernambuco e Paraíba) e municipais (do estado de Pernambuco). Foi adotado o Sistema de Coordenadas Geográficas e Sistemas Geodésico de Referência SIRGAS 2000.

A tabela 1 apresenta as estações utilizadas no estudo, com seus respectivos valores de latitude, longitude e a numeração de identificação. A numeração atribuída às estações foi associada à figura 2, com objetivo de localizar os postos climáticos.

Tabela 1- estações meteorológicas, valores de latitude, longitude e numeração respetiva.

Estação	UF	Latitude	Longitude	Numeração
Arcoverde	PE	-8,43	-37,07	1
Cimbres	PE	-8,35	-36,85	2
Poção	PE	-8,18	-36,70	3
Pesqueira	PE	-8,37	-36,70	4
Muquem	PE	-8,10	-36,60	5
Lagoa do Felix	PE	-8,17	-36,57	6
Sanharó	PE	-8,37	-36,57	7
Severo	PE	-8,13	-36,55	8
Passagem do To	PE	-8,10	-36,52	9

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Brejo da Madre de Deus	PE	-8,08	-36,45	10
Belo Jardim	PE	-8,33	-36,45	11
Salgado	PE	-7,97	-36,42	12
Mulungu	PE	-7,83	-36,38	13
Brejo da Madre de Deus	PE	-8,15	-36,38	14
Serra do Vento	PE	-8,23	-36,37	15
Poço Fundo	PE	-7,93	-36,33	16
Tacaimbo	PE	-8,32	-36,30	17
Mandacaia	PE	-8,10	-36,28	18
Santa Cruz do Capibaribe	PE	-7,95	-36,20	19
São Caetano	PE	-8,32	-36,15	20
Toritama	PE	-8,02	-36,07	21
Corapotos	PE	-8,13	-36,07	22
Taquaritinga do Norte	PE	-7,90	-36,05	23
Vertentes	PE	-7,92	-35,98	24
Caruaru	PE	-8,28	-35,97	25
Barriguda	PE	-8,10	-35,87	26
São Joaquim do Monte	PE	-8,42	-35,85	27
Frei Miguelino	PE	-7,97	-35,83	28
Surubim	PE	-7,83	-35,75	29
Bezerros	PE	-8,23	-35,75	30
Cumaru	PE	-8,02	-35,70	31
Salgadinho	PE	-7,93	-35,67	32
Barra de Guabiraba	PE	-8,42	-35,67	33
Bananeiras	PB	-7,52	-36,97	34
Sume	PB	-7,65	-36,93	35
Camalau	PB	-7,92	-36,87	36
São João do Tigre	PB	-8,07	-36,87	37
São José dos Cordeiros	PB	-7,38	-36,82	38
Santa Maria da Paraíba	PB	-8,03	-36,68	39
Serra Branca	PB	-7,48	-36,67	40
Congo	PB	-7,80	-36,67	41
Coxixola	PB	-7,62	-36,62	42
São João do Cariri	PB	-7,40	-36,53	43
Caraúbas	PB	-7,72	-36,52	44
Gurjão	PB	-7,27	-36,48	45
Barra de São Miguel	PB	-7,75	-36,33	46
Cabaceiras	PB	-7,50	-36,28	47

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Boa Vista	PB	-7,27	-36,23	48
Riacho de Santo Antônio	PB	-7,70	-36,15	49
Boqueirão	PB	-7,48	-36,12	50
Bodocongo	PB	-7,53	-35,98	51
Lagoa dos Marcos	PB	-7,53	-35,82	52
Mata Virgem	PB	-7,73	-35,82	53
Fagundes	PB	-7,35	-35,80	54
Aroeiras	PB	-7,52	-35,68	55
Umbuzeiro	PB	-7,70	-35,67	56
Ingá	PB	-7,28	-35,62	57
Desterro	PB	-7,28	-37,10	58
Prata	PB	-7,68	-37,10	59
São Sebastião do Umbuzeiro	PB	-8,15	-37,02	60

Fonte dos dados: SEDENE. Organizado pelos autores.

ESPACIALIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

A primeira etapa metodológica consistiu na espacialização dos dados médios de precipitação anual para as 60 estações utilizadas no estudo. Os dados foram interpolados através da função de Ponderação pelo Inverso da Distância (IDW) no *software* Qgis 3.10. Nesta análise foram utilizados como dados de suporte para discussão os valores de altitude do modelo digital de elevação do terreno da *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM). No mesmo ambiente de *software* foi gerado um transecto topográfico e pluviométrico a fim de investigar relações entre a distribuição espacial dos volumes médios de chuvas e a topografia.

Em seguida, foi elaborada uma classificação climática do município de Santa Cruz do Capibaribe, e adjacências, com base *na proposta de* Thornthwaite e Mather (1955). Foi utilizada apenas a primeira chave de classificação, a partir do Índice de Umidade (Iu) para as 60 estações utilizadas no estudo. Nesse Método, se calcula a diferença entre a quantidade de chuva e a perda de água do sistema, denominada evapotranspiração potencial, que se baseia em dois índices climáticos principais, o Índice de Umidade e o Índice de Eficiência Térmica. Esta classificação é muito utilizada em estudos da ecologia, agricultura e recursos hídricos (AYOADE,1996). Com isto, é possível identificar as deficiências hídricas de uma dada área.

De acordo com o sistema de classificação climática de Thornthwaite (1948) as classes climáticas são delimitadas a partir do cálculo do Iu. Esse índice é obtido através da Equação 3, em que se relacionam os índices hídrico (Ih) e de aridez (Ia), apresentados na Equação 1 e na Equação 2:

$$\mathrm{Ih} = \left(\frac{\mathrm{Exc}}{\mathrm{Etp}}\right) * 100\ (1) \qquad \text{(Eq. 01)}$$

$$\mathrm{Ia} = \left(\frac{\mathrm{Def}}{\mathrm{Etp}}\right) * 100\ (2) \qquad \text{(Eq. 02)}$$

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

$$Iu = Ih - 0{,}6 * Ia\ (3) \qquad \text{(Eq. 03)}$$

Em que Exc corresponde ao excedente hídrico anual, Etp é o valor da evapotranspiração potencial e Def é a deficiência hídrica anual. Na tabela 2, foram apresentados os limiares do Iu que caracterizam os tipos climáticos da primeira chave da classificação.

Tabela 2- Classes Climáticas do Índice de Aridez, segundo proposta de *Thornthwaite (1948) a partir do índice de umidade (Iu).*

Tipo de clima	Índice de umidade (Iu)
A – superúmido	>100
B4 – úmido	80 -100
B3 – úmido	60 – 80
B2 – úmido	40-60
B1 – úmido	20-40
C2 – subúmido úmido	0-20
C3 – subúmido seco	-20 -0
D – semiárido	-20 –(-40)
E – árido	-40 – (-60)

Organizado pelos autores.

ANÁLISE DE VARIABILIDADE DA PRECIPITAÇÃO ANUAL

Para a análise de variabilidade interanual da precipitação no município de Santa Cruz do Capibaribe, foi utilizado o Índice de Anomalia de Chuva (IAC), para identificar o grau de severidade dos eventos climáticos anuais. Nesta etapa, a análise foi restrita à estação de Santa Cruz do Capibaribe (lat. -7,95; long. -36,2). Foi desenvolvido por Van Rooy (1965) e adaptado para a região Nordeste, por Freitas (2004), para classificações dos anos em: extremamente seco, muito seco, seco, habitual, úmido, muito úmido e extremamente úmido (PEREIRA, et al. 2017). A classificação apresenta valores positivos (acima da média histórica) negativos (abaixo da média histórica).

$IAC = 3\ [\frac{n-N}{M-N}]$, para anomalias positivas

$IAC = -3[\frac{n-N}{X-N}]$, para anomalias negativas

Em que n = precipitação mensal atual, N = precipitação média mensal da série histórica, M=média das dez maiores precipitações mensais da série histórica e X=média das dez menores precipitações mensais da série histórica. Após a adaptação de Freitas (2004) e Araújo (2007) adotou-se a seguinte classificação de intensidade das anomalias (Tabela 3). (PEREIRA, et al. 2017).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 3- Classificação do Índice de Anomalia de Chuva (IAC).

FAIXA DO IAC	*CLASSE DE INTENSIDADE*
Acima de 4	*Extremamente úmido*
Entre 2 a 4	*Muito úmido*
Entre 0 a 2	*Úmido*
Entre 0 a -2	*Seco*
Entre -2 a -4	*Muito seco*
De -4 abaixo	*Extremamente seco*

Fonte: Adaptado por (ARAÚJO et al. 2009). Organizado pelos autores.

A identificação dos danos ocasionados por eventos climáticos foi feita através de documentos oficiais do Ministério da Integração Nacional, e analisados separadamente por anos. O levantamento dos impactos ocasionados por eventos climáticos extremos (inundações, secas, estiagens) abrangeu um período de 55 anos, e teve como fontes notícias em blogs e jornais, decretos, portarias (atos administrativos) e Avadan (avaliação de danos), obtidos no Sistema Integrado de Informações sobre Desastres do Ministério da Integração Nacional, (S2ID).

RESULTADOS E DISCUSSÕES

ESPACIALIZAÇÃO DA PRECIPITAÇÃO MÉDIA ANUAL E CLASSIFICAÇÃO CLIMÁTICA DE THORNTHWAITE

A figura 2 apresentou os valores de altitude para as estações utilizadas no estudo. Constatou-se que o município de Santa Cruz do Capibaribe encontra-se em níveis topográficos entre 400 e 600 m de altitude. Parte das estações encentra-se em terras baixas (<600 m) e outra parte encentra-se localizada sobre terras altas (>600). Nesta análise, considerou-se a topografia como um fator geográfico com influência sobre a distribuição espacial dos valores médios de chuva, com base da análise de REBOITA et al. (2016). O transecto presente na figura 2 teve como objetivo auxiliar a investigação da relação entre os valores de chuva e a topografia.

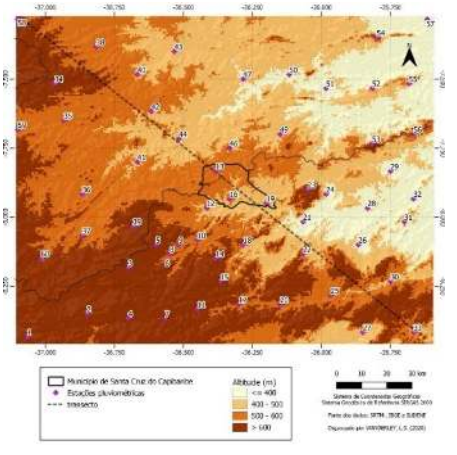

Figura 2 – Valores de altitude para as estações utilizadas na área de estudo e transecto utilizado na análise da espacialização dos valores médios de chuva. Fonte dos dados: SRTM, IBGE e SUDENE. Organizado pelos autores.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

O transecto foi orientado no sentido sudeste (SE) – noroeste (NO), considerando ser essa a direção predominante dos ventos alísios que atuam ao longo do ano sobre o local de estudo (MOLION e BERNARDO, 2002). Neste sentido, esta orientação estaria relacionada ao deslocamento dos principais sistemas atmosféricos relacionados com a produção de chuvas. O transecto de, aproximadamente, 285 km apresentou variações topográficas e pluviométricas expressivas. No seu extremo sudeste encontram-se as escarpas orientais do Planalto da Borborema, nas proximidades da estação climática 33 (Barra de Guabiraba), entre os quilômetros 80 e 200, o perfil atravessou áreas de relevo depressivo no interior desse planalto, voltando a atingir escarpas de serras mais elevadas a partir do quilômetro 220. Os maiores volumes médios de chuva (1200 -1000 mm/ano) foram verificados nas escarpas do Planalto da Borborema, até os primeiras 25 Km, até a cota topográfica de 800 m. A partir dos níveis topográficos mais elevados, em torno dos 1300 m, os valores médios de precipitação diminuem consideravelmente. O trecho mais seco ocorre entre os quilômetros 160 e 190, ao longo do vale do rio Paraíba, onde os volumes médios anuais de precipitação são inferiores a 300 mm. A partir desta análise, foi possível constatar que a posição à sotavento do município de Santa Cruz do Capibaribe, em relação às escarpas do planalto, é um dos fatores que explicam os baixos volumes médios de chuvas. Esse município encontra-se entre serras de escarpas íngremes que limitam terras baixas, nas proximidades da calha do rio Capibaribe, à "sombra de chuvas", com média pluviométrica anual de 407,9 mm ao longo do trecho do transecto que o cruza.

As descrições prévias da massa de ar relacionada aos ventos alísios de SE, com origem no Anticiclone Semifixo do Atlântico Sul (ASAS), permitem aferir que a circulação atmosférica em interação com o relevo pode intensificar a semiaridez, nas áreas de sombras de chuva, ou elevar os volumes pluviométricos nas encostas expostas às massas úmidas de origem oceânica. A massa de ar relacionado aos alísios apresenta uma estrutura vertical marcada por uma camada de base úmida, e, por vezes, com presença instabilidade, e uma de inversão térmica em trono de 2km de altitude (causada por um movimento de subsidência atmosférica). Ao choca-se com as barreiras do relevo, esta massa de ar pode ter instabilidade aumentada nas encostas à barlavento ou reduzida nas encostas à sotavento, onde os movimentos subsistentes na camada atmosférica superior acoplam-se aos movimentos do ar condicionadas pelo relevo, resultando em tipos de tempo mais quentes e secos áreas de "sombras de chuvas" (ANDRADE, 1972; NIMER, 1979; MOLION e BERNARDO, 2002; REBOITA et al., 2016).

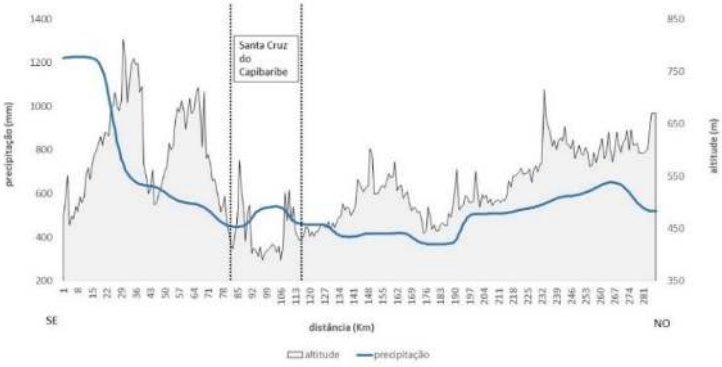

Figura 3 – Transecto orientado no sentido SE –NO, relacionando dados de precipitação média anual (mm) e topografia (m), localizando o trecho do transecto que cruza o município de Santa Cruz do Capibaribe. Fonte dos dados: SUDENE e SRTM. Organizado pelos autores.

A figura 4 apresentou a espacialização dos valores médios de precipitação no município de Santa Cruz do Capibaribe e adjacências. Observou-se que esse município se encontra inserido em um núcleo de baixas precipitações pluviométricas (=<500,0 mm/ anuais) que se prolonga desde o estado da Paraíba. A distribuição espacial da precipitação apresenta relação relaciona-se a predominâncias de condições atmosféricas estáveis ao longo do ano, resultando em baixos volumes médios anuais.

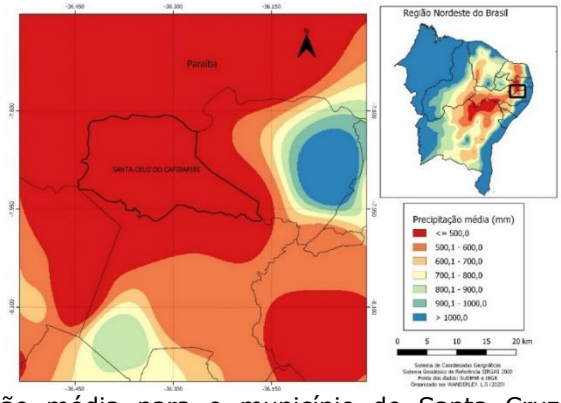

Figura 4- Precipitação média para o município de Santa Cruz do Capibaribe-PE e adjacências (1911-1990). Fonte dos dados: IBGE e SUDENE. Organizado pelos autores.

Especificamente para os três postos pluviométricos localizados no município de Santa Cruz do Capibaribe, os valores médios de precipitação foram de 395,2 mm, 416,1 mm e 457,1 mm, respectivamente para as estações Poço Fundo (número 16), Mulungu (número 13) e Santa Cruz do Capibaribe (número 19). Na figura 5, foi possível constatar que para todas as estações desse município o mês de março é aquele em que se observa os maiores valores médios de chuva. Esse fato é explicado pelo posicionamento climatológico mais austral da ZCIT entre os meses de março e abril, que atua sobre a região gerando instabilidade convectiva. Além disso, durante o outono e o inverno, recorrentes perturbações no campo de propagação dos ventos alísios, conhecidas como Distúrbios Ondulatórios de Leste (DOLs), contribuem com os totais pluviométricos médios registrados. Durante a primavera e verão, as condições anticiclônicas se fortalecem, e as precipitação tornam-se mais escassas (MOLION e BERNARDO, 2002).

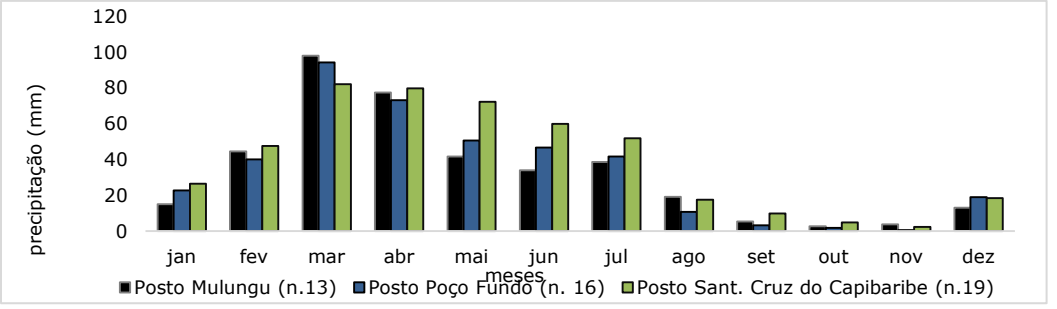

Figura 5 – médias mensais de precipitação pluviométrica (1911-1990) para as três estações localizadas no município de Santa Cruz do Capibaribe (Mulungu, Poço Fundo e Santa Cruz do Capibaribe). Fonte dos dados: SUDENE. Organizado pelos autores.

O resultado da classificação climática, apresentado na figura 6, mostrou que o município de Santa Cruz do Capibaribe está inserido em núcleo semiárido na mesorregião do Agreste do estado Pernambuco, área tipicamente caracterizada pela ocorrência do tipo climático subúmido. A gênese semiárida, neste caso, foi relacionada à associação entre a circulação atmosférica regional e os gradientes topográficos, que no caso de Santa Cruz do Capibaribe, contribuem para acentuação do déficit hídrico.

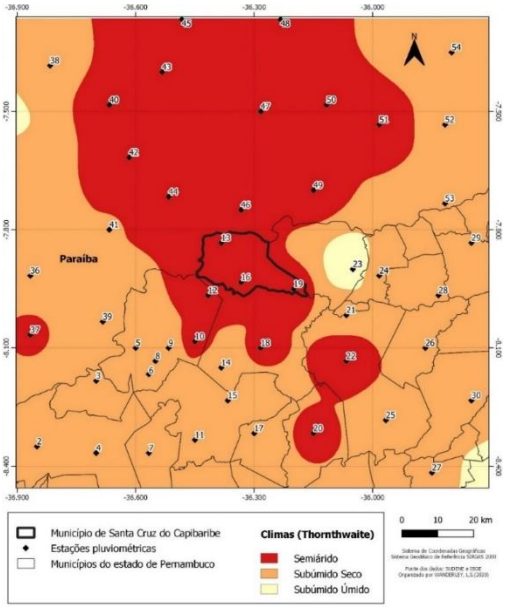

Figura 6 – Classes climáticas de Thornthwaite para o município de Santa Cruz do Capibaribe e adjacências. Fonte dos dados: IBGE e SUDENE. Organizado pelos autores.

ANÁLISE DA VARIABILIDADE DAS CHUVAS ANUAIS

Os dados apresentados na figura 3 corroboram a existência de uma elevada variabilidade interanual das chuvas. O maior volume de chuva da série ocorreu no ano de 1967, quando foram registrados 1033,2 mm, seguido pelos anos de 1972 e 1974, quando foram registrados, respectivamente, 810,4 mm e 776 mm. O ano mais seco da série foi o de 1993, com precipitação acumulada

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

de apenas 99,1 mm. Outros anos secos que apresentaram destaque na série histórica foram 1979, com total de 110,3 mm, e 1998, com total de 120,9 mm.

A variabilidade climática local é explicada, de acordo com as evidências existentes, pela ocorrência de fenômenos atmosféricos e oceânicos em escala ampla, a partir das teleconexões atmosféricas, e afetam os principais centros de ação responsáveis pela gênese dos tipos de tempo regionais. Entre esses fenômenos destaca-se o El Niño-Oscilação Sul e o Gradiente do Oceano Atlântico (KAYANO e ANDREOLI, 2009).

A linha de tendência linear, presente na figura 7, apresenta uma inclinação negativa para a estação de Santa Cruz do Capibaribe. Todavia, não foi observada significância estatística para a existência de tendência na série pluviométrica descrita, haja vista o valor do R^2 =0,06.

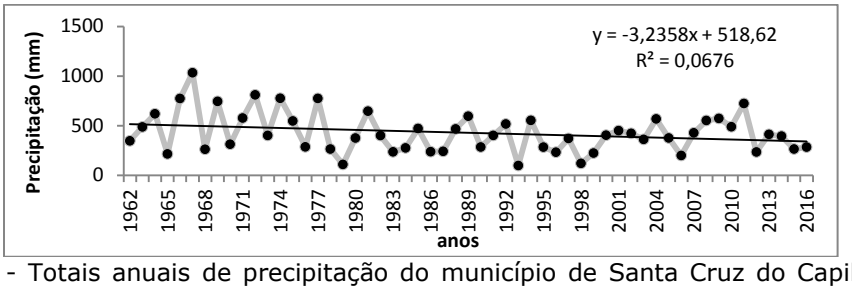

Figura 7 - Totais anuais de precipitação do município de Santa Cruz do Capibaribe-PE (55anos) e linha de tendência linear. Fonte dos dados: APAC. Organizado pelos autores.

Adotou-se o IAC como indicador da intensidade e severidade dos eventos anuais extremos de chuva no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Neste estudo as anomalias positivas, que são anos considerados, úmidos e muito úmidos, representam a minoria dos dados analisados, contabilizando 24 ocorrências (Tabela 4).

Tabela 4- Anomalias positivas para o Município de Santa Cruz do Capibaribe-PE.

Extremamente Úmido	Muito úmido	Úmido
1967	1966, 1969, 1972, 1974, 1977, 1981, 2011	1963, 1964, 1971, 1975, 1985, 1988, 1989, 1992, 1994, 2001, 2003, 2004, 2007, 2008, 2009, 2010

Organizado pelos autores.

As anomalias negativas, que são os anos considerados: extremamente secos, muito secos e secos, representam a maioria dos anos estudados, totalizando 31 anos, (Tabela 5).

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

Tabela 5- Anomalias negativas para o Município de Santa Cruz do Capibaribe-PE.

Extremamente Seco	Muito Seco	Seco
1979 , 1993	1965, 1968, 1978, 1983, 1986, 1987, 1996, 1998, 1999, 2006, 2012, 2015	1962, 1970, 1973, 1976, 1980, 1982,1984, 1990, 1991, 1995, 1997, 2000, 2003, 2005, 2013, 2014, 2016

Organizado pelos autores.

A figura 8 apresentou os valores anuais de IAC. Foi possível identificar, que até a década de 1980 houve uma predominância de desvios positivos de chuva, demarcando um ciclo úmido. Porém, a partir deste período, os desvios negativos tornaram-se mais frequentes, delimitando o extenso ciclo seco, interrompido brevemente entre os anos de 2007 e 2011.

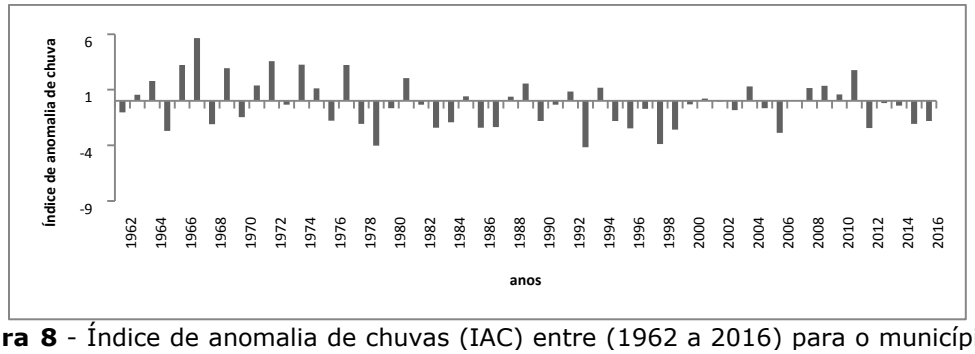

Figura 8 - Índice de anomalia de chuvas (IAC) entre (1962 a 2016) para o município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Organizado pelos autores.

LEVANTAMENTO HISTÓRICO DOS EVENTOS EXTREMOS NO MUNICÍPIO

Foram identificados 16 documentos oficiais, decretando estado de emergência em Santa Cruz do Capibaribe no período estudado. Desse total, apenas dois, são oriundos de eventos chuvosos (enxurradas e inundações respectivamente, em 1994 e 2007). Os outros de combate à seca em 1993 e estiagem nos demais anos. Foram encontrados também registros em *blogs* do Município de três anos com desastres associados à chuva, em anos secos e muito secos (Tabela 6).

Tabela 6 -Relação dos anos com os eventos climáticos e seus impactos. Fonte: S2ID, Ministério da Integração Nacional (2017), referente ao estudo, Extremos Climáticos na Bacia do Rio Capibaribe –PE.

ANO	DOCUMENTO	EVENTO
1979	Portaria N°402	Estiagem
1993	Portaria N°800	Seca
1994	Portaria (SEM NÚMERO)	Enxurrada
1998	Decreto N° 20.585	Estiagem
2001	Portaria N°131	Estiagem
2003	Avadan (SEM NÚMERO)	Estiagem
2004	Avadan (SEM NÚMERO)	Estiagem
2007	Avadan N° 21.303	Inundações

2009	Avadan N° 12.401	Estiagem
2012	Portaria N° 189	Estiagem
2013	Portaria N° 31	Estiagem
2013	Portaria N°102	Estiagem
2014	Portaria N°210	Estiagem
2015	Portaria N° 38	Estiagem
2016	Avadan PROTOCOLO PE F-2612595 14110	Estiagem
2016	20160204 Avadan PROTOCOLO PE-F-2612595 14110 20160801	Estiagem

Na série histórica, destacam-se os anos de 1979 (IAC=-4,030 e 1993 (IAC=-4,17) como sendo extremamente secos e considerados os mais críticos, e 1998 (IAC=-3,89) como um ano muito seco, apresentando um dos menores índices de precipitações. Esses referidos anos tiveram precipitação anual inferior a 130 mm, muito abaixo da média histórica de cerca de 450 mm. Esses anos com baixas precipitações ocasionaram diversos transtornos na economia e no abastecimento hídrico do Município (S2ID).

Nos anos de 1979 e 1998 foram emitidos um decreto e uma portaria respectivamente, determinando estado de emergência em Santa Cruz do Capibaribe devido às estiagens. Já em 1993, foi decretado estado de emergência com a seca. A seca é uma estiagem de ordem mais severa e prolongada, que acarreta a redução das reservas hídricas, tendo como impacto o abastecimento de água nas áreas afetadas, segundo o Ministério da Integração Nacional (2013). Penereiro e Ferreira (2011) ao analisarem estes períodos extremos de estiagem, verificaram que a maior aconteceu entre o final da década de 1970 e meados de 1980, que Kayano e Andreoli (2009) indicaram como um período caracterizado pelo grande desvio climático, associado à Oscilação Decadal do Pacífico (ODP).

Foram publicadas portarias em 2012 e 2015, considerados anos muito secos, segundo a aplicação do IAC, decretando estado de emergência por conta das estiagens. Os anos de 2013, 2014 e 2016 registraram (5) portarias com atestado de emergência devido à estiagem.

Os anos de 2012 (muito seco), 2014 (seco) e 2016 (seco) tiveram (5) portarias emitidas, para decretação de situação de emergência. Esses registros indicaram as estiagens como o vetor de problemas de abastecimento e perdas hídricas nas áreas rurais, principalmente para a agricultura e pecuária. Porém, nos meses de fevereiro dos referidos anos, fortes chuvas atingiram o município, gerando diversos transtornos e perdas materiais. Blogs e jornais registraram os danos causados pelas chuvas (Figura 9). Portanto, constata-se que mesmo em anos secos podem ocorrer eventos de alta magnitude diária de precipitação, os quais apresentam potencial de provocar enchentes relâmpago. Destaca-se os ambientes secos são particularmente suscetíveis à ocorrência de enchentes e inundações repentinas, pois os solos rasos apresentam baixa capacidade de armazenamento de água, favorecendo o escoamento superficial.

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)



Figura 9 (A, B, C e D), Panorama de enchentes no município de Santa Cruz do Capibaribe-PE. Fonte: blog do Ney Lima. Disponível em: http://www.blogdoneylima.com.br/cotidiano/chuvas-2. Acesso: 12/02/2018.

Quando comparada às médias de precipitação no período de 2010 a 2016, Silva et al. (2018) verificaram, que os valores característicos, desses sistemas de precipitação apresentaram grande variabilidade no volume mensal do período chuvoso. Bem como, foi observado para este período, um acumulado anual, acima do valor climatológico, alcançando 32,6% acima do comportamento semelhante, para 2010 e o primeiro trimestre de 2011. Entretanto, no segundo trimestre de 2011 a 2016 foi verificado o volume anual decrescido, para 27,9% em relação à média das normais climatológicas, referentes ao Município de Santa Cruz do Capibaribe.

Decretos de estado de emergência foram emitidos em vários anos úmidos, como em: 2001, 2003, 2004 e 2009. Mesmo classificados como úmidos, o poder público decretou estado de emergência por danos provocados pela estiagem. Isso demostra que mesmo sendo anos úmidos, essas precipitações foram irregulares, acarretando estiagens. Nesses anos o IAC ficou próximo de zero. Apenas 2009 obteve IAC=1,13, um pouco acima dos demais anos.

Estudos desenvolvidos pelo, Kayano e Andreoli (2009) e Marengo (2009) apresentaram aspectos sobre a vulnerabilidade do Semiárido aos extremos do clima. Segundo os mesmos, a ocorrência de chuvas, somente não garante o sucesso das culturas de subsistência. Os veranicos, ou períodos secos existentes dentro do período chuvoso, podem provocar impactos significativos à agricultura. Por exemplo, no semiárido, é muito comum a existência de períodos secos durante os períodos chuvosos, os quais, dependendo da intensidade, podem provocar fortes impactos negativos sobre as culturas de subsistência.

Entre os anos com maiores acúmulos de precipitações, estão: 1966, 1967, 1969, 1972, 1974, 1977 e 2011. Estes apresentaram pluviometria acima de 700 mm. Destaque para 1967, classificado como extremamente úmido, e os demais como muito úmido. Nesses anos não há registro de emissões de decretos de danos de nenhuma ordem.

Os anos de 1994 e 2007, classificados como úmidos, registraram enxurrada e inundação, respectivamente. Segundo consta no (Avadan N° 21.303) e numa portaria sem número de 1994. Os danos foram diversos: trinta famílias desabrigadas, 10 pessoas internadas em estado grave e encaminhadas para diversos hospitais da Região. Do outro lado do Rio Capibaribe, no distrito

ISSN: 2237-8642 (Eletrônica)

de São Domingos, pertencente ao município de Brejo da Madre de Deus, quarenta pessoas ficaram desabrigadas. Houve comprometimento nas estruturas físicas de várias escolas da rede estadual, com as fortes chuvas que atingiram o Município de Santa Cruz do Capibaribe.

Identificou-se, que nos anos classificados como extremamente úmido e muito úmido, houve picos de precipitações fora da normal climatológica. Segundo Francisco et al. (2015), isso pode ser entendido como períodos de anomalias positivas, ocasionadas pelo evento La Niña, que consiste em diminuir a temperatura superficial do Oceano Pacífico Tropical, favorecendo a formação de nuvens e a precipitação na Região Nordeste.

Considera-se que tanto os extremos de estiagem, como os de maiores acúmulos de precipitação, alteram a dinâmica da população. Enquanto isso, no desenvolvimento urbano, o planejamento da cidade precisa levar em conta as relações com meio natural e seus impactos. Os problemas urbanos causados por deficiência e irregularidade das precipitações afetam as atividades básicas da sociedade, como a locomoção, a agricultura e os recursos hídricos, (SOUZA E AZEVEDO, 2012).

A crescente urbanização das áreas de preservação ambiental, e a crise de habitação no país, acarretam danos socioambientais graves. A ocupação de leitos de rios e áreas com potencial de inundações e movimentações de massas, são exemplos claros desse problema.

No município de Santa Cruz do Capibaribe-PE, o principal fator de risco é a urbanização das áreas de leito do rio Capibaribe e seus afluentes. Enchentes fazem parte da memória e história dos moradores da cidade, como no ano de 1947, (Figura 11), e evidenciados em anos como o de 1994 e 2007 (STEINKE et al, 2006, LOPES E LEAL, 2015).



Figura 11- Enchentes no Rio Capibaribe no trecho que corta a Cidade de Santa Cruz do Capibaribe-PE em 1947. Fonte: Blog Terra da Sulanca. Disponível em: http://blogterradasulanca.blogspot.com/2012/10/enchente-em-1947-em-santa-cruz.html Acesso: 12/02/2018.

CONCLUSÕES

O mapeamento das precipitações médias no município de Santa Cruz do Capibaribe e adjacências demonstrou que a posição dessa localidade à sotavento das escarpas de planalto, acentua o déficit hídrico da área estudada. A existência do clima semiárido local, relaciona-se aos aspectos topográficos consorciados à dinâmica das massas de ar em escala regional. Apesar de predominarem climas semiúmidos na mesorregião do Agreste de Pernambuco, núcleos semiáridos ocorrem, associados a sombras de chuva.

A análise de variabilidade das precipitações anuais apresentou uma expressiva variabilidade interanual. A partir da década de 1980 constatou-se uma predominância de anos secos. Com isso, os anos considerados secos, muito secos e extremamente secos tornaram-se mais frequentes e intensos.

As emissões de documentos oficiais para decretar estado de emergência por secas e estiagens ocorreram tanto em anos secos como em anos úmidos. Ao todo foram 16 documentos oficiais, sendo apenas 12,5% % de impactos por chuvas, 87,5% de decretos de eventos secos.

Por fim, pode-se considerar que os estudos climáticos, utilizando a partir da aplicação de índices de variabilidade, são ferramentas importantes na organização e no planejamento territorial.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AYOADE, J. O. 1996. Introdução a climatologia para os trópicos. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil.

AGÊNCIA PERNAMBUCANA DE ÁGUAS E CLIMA-APAC. Monitoramento hidrológico. Disponível em: http://www.apac.pe.gov.br/. Acesso em 12/08/2017.

ALVES, J. M. B.; SILVA, E. M; SOMBRA, S. S; BARBOSA, A. C. B; SANTOS, A. C. S; LIRA, M. A. T. Eventos Extremos Diários de Chuva no Nordeste do Brasil e Características Atmosféricas. Revista Brasileira de Meteorologia, v. 32, n. 2, 227-233, 2017.

ANDRADE, G.O. *Os climas. Brasil terra e o homem*. V. I. São Paulo, Cia Editora Nacional, 1972, p.397-462.

ARAÚJO, H.M. Relações Socioambientais na Bacia Costeira do Rio Sergipe. Núcleo de Pós-Graduação em Geografia –NPGEO. Universidade Federal de Sergipe –UFS. Tese (Doutorado em Geografia), São Cristóvão, 2007.

ARAÚJO, L. E.; MORAES NETO, J. M.; SOUSA F. A. S. Análise climática da bacia do rio Paraíba – Índice de Anomalia de Chuva (IAC). Revista de Engenharia Ambiental, v.6, n.3, p.508-523, 2009.

BRASIL-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA-IBGE. Cidades 2017. Brasília, 201º. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pe/santa-cruz-do-capibaribe/panorama. Acesso em 15/11/2017

BRASIL-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATISTICA-IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo 2010. Acesso em: 15/11/2017.

BRASIL-SUPERINTENDÊNCIA DE DESENVOLVIMENTO DO NORDESTE (SUDENE). Disponível em: <http://www.sudene.gov.br/conteudo/download/Semi-arido-MG.pdf> Consultado em: 25 janeiro 2018.

BRASIL (2013). Ministério da Integração Nacional. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. Anuário brasileiro de desastres naturais: 2012 / Centro Nacional de Gerenciamento de Riscos e Desastres. - Brasília: CENAD, 2013. 84 p.

BLOG TERRA DA SULANCA. Disponível em: http://blogterradasulanca.blogspot.com/2012/10/enchente-em-1947-em-santa-cruz.html Acesso: 12/02/2018.

BLOG DO NEY LIMA. Santa Cruz do Capibaribe recebe forte chuva na tarde desta terça-feira. Disponível em: http://www.blogdoneylima.com.br/geral/forte-chuva-em-santa-cruz-do-capibaribe. Acesso em: 12/02/2018.

CAVALCANTI, Enilson P.; SILVA, Vicente de PR; DE SOUSA, Francisco de AS. Programa computacional para a estimativa da temperatura do ar para a região Nordeste do Brasil. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 10, n. 1, p. 140-147, 2006.

CPRM. Serviço Geológico do Brasil. Ministério de Minas e Energia. Secretaria de geologia, mineração e transformação mineral. 2005. Projeto cadastro de fontes de abastecimento por água subterrânea. Diagnóstico do município de Santa Cruz do Capibaribe. Recife, 21p.

DA SILVA, A. O.; DE ALBUQUERQUE M., G. B.; KLAR, A. E. Classificação climática de Thornthwaite e sua aplicabilidade agroclimatológica nos diferentes regimes de precipitação em Pernambuco. I*rriga*, v. 19, n. 1, p. 46-60, 2014.

FRANCISCO, P. R. M.; MEDEIROS, R. M.; MATOS, R. M.; SANTOS, D. Variabilidade espaço-temporal das precipitações anuais do período úmido e seco no estado da Paraíba. Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia CONTECC' 2015 Centro de Eventos do Ceará - Fortaleza - CE 15 a 18 de setembro de 2015.

FREITAS, M. A. S. 2004. A Previsão de Secas e a Gestão Hidroenergética: O Caso da Bacia do Rio Parnaíba no Nordeste do Brasil. In: Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses, 2004, Puerto Iguazú. In: Anais do Seminário Internacional sobre Represas y Operación de Embalses. Puerto Iguazú : CACIER, v. 1.

KAYANO, M. T.; ANDREOLI, R. Variabilidade decenal e multidecenal, In: Cavancanti, I.; Ferreira, N.; Silva, M. G. J. da; Dias, M. A. F. S. (ed.). Tempo e Clima no Brasil, Oficina de Textos, São Paulo, p. 375-383. 2009.

KOPPEN, W. (1936) Das Geographisches System der Klimate. In: Handbuch der Klimatologie I(C) (ed. by W. Koppen and R. Geiger). Gebruider Borntraeger, Berlin.

LAS-CASAS, F. M. G.; Severino M. de Azevedo Júnior. Ocorrência de Knipolegus nigerrimus (Vieillot 1818) (Aves, Tyrannidae), no Distrito do Pará, Santa Cruz do Capibaribe, Pernambuco, Brasil. Ornithologia (CEMAVE/IBAMA. Impresso), v. 3, p. 18-20, 2008.

LIRA, S. M. de. Muito além das feiras da sulanca: a produção de confecção no Agreste/PE. Recife: Editora Universitária da UFPE, 2011.

LOPES, I.; LEAL, B. G. Índice de aridez e tendência a desertificação para estações meteorológicas nos Estados da Bahia e Pernambuco. Revista Brasileira de Climatologia, v. 17, p. 158, 2015.

MARENGO, J. A. Vulnerabilidade, Impactos e adaptação as mudança de clima no semiárido do Brasil, In Parcerias Estrategicas. Centro de Gestão de Estudos

Estratégicos-Ministerio da Ciencia e Tecnologia, v.1, n.1, Braslia DF, p. 149-176, 2009.

MOLION, L.C.B.; BERNARDO, S.O. Uma revisão da dinâmica das chuvas no Nordeste Brasileiro. *Revista Brasileira de Meteorologia*, v.17, n.1, p. 1-10, 2002.

NÍMER, E. Um Modelo Metodológico da Classificação de Climas. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 41 n. 4, 1979. p. 59-89

NÓBREGA, R. S. Um pensamento crítico sobre as classificações climáticas de Köppen até STRAHLER. *Revista Brasileira de Geografia Física*, Recife, v. 3, p. 18-22, 2010.

NÓBREGA, R. S., FARIAS, R. F. L., Santos, C. A. C., Variabilidade temporal e espacial da precipitação pluviométrica em Pernambuco através de índices de extremos climáticos. Revista Brasileira de Meteorologia, v.30, n.2, 171 - 180. 2015.

PENEREIRO, J. C.; FERREIRA, D. H. L. Estatística apoiada pela tecnologia: uma proposta para identificar tendências climáticas. Acta Scientiae, v.13 n.1, p. 87-105, 2011.

PEREIRA, M. L. T; SOARES, M. P. A; SILVA, E. A. MONTENEGRO, A. A. A., SOUZA, W. M. Variabilidade climática no Agreste de Pernambuco e os desastres decorrentes dos extremos climáticos. Journal of Environmental Analysis and Progress, V. 02 N. 04) 394-402. (2017).

REBOITA, M.S.; RODRIGUES, M.; ARMANDO, R.; FREITAS, C.; MARTINS, D.; MILLER, G. Causas da semiaridez do Sertão Nordestino. *Revista Brasileira de Climatologia*. n.12, v.19, p.254-277, 2016.

ROSSATO, M. S. *Os climas do Rio Grande do Sul: variabilidade, tendências e tipologia*. Tese (Doutorado em Geografia). Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.

SILVA, D. F., Influência da variabilidade climática e da associação de fenômenos climáticos sobre sub-bacias do rio São Francisco. Revista Brasileira de Ciências Ambientais, Número 19 – Março. 2011.

SILVA, E. R. A., GALVÍNCIO, J. D. NASCIMENTO, K. R. P. SANTANA, S. H. C. SOUZA, W. M. COSTA, V. S. O. Análise da tendência temporal da precipitação pluviométrica interanual e intra-anual no semiárido pernambucano. Revista Brasileira de Climatologia. Ano 14 – Vol. 22 – JAN/JUN 2018.

SISTEMA INTEGRADO DE INFORMAÇÕES SOBRE DESASTRES-S2ID. Biblioteca virtual. Disponível em: https://s2id.mi.gov.br/. Acesso em 05/12/2017.

SOUZA, W. M; AZEVEDO, P. V. Índices de Detecção de Mudanças Climáticas Derivados da Precipitação Pluviométrica e das Temperaturas em Recife-PE. Revista Brasileira de Geografia Física, v. 5, n. 1, p. 143-159, 2012.

STEINKE, E. T.; REZENDE, M. de S.; CAVALCANTI, L. Sistemas atmosféricos geradores de eventos extremos de precipitação em outubro de 2006 no Distrito Federal: uma análise geográfica dos desastres. Revista Brasileira de Climatologia, v. 2, n. 2, 23-34, 2006.

THORTHWAITE, C. W.1948.An approach towards a rational classification of climate. Geographycal Review London, Nova Jersey n.38, p.55-94.

THORNTHWAITE, C. W., MATHER, J. R.*The water balance*. Drexel Institute of Technology, New Jersey, 1955.

VAN ROOY, M. P. 1965. A Rainfall Anomaly Index Independent of Time and Space. Notes, v. 14, p. 1-43