



ISSN: 2447-3359

REVISTA DE GEOCIÊNCIAS DO NORDESTE

*Northeast Geosciences Journal*

v. 7, nº 2 (2021)

<https://doi.org/10.21680/2447-3359.2021v7n2ID20625>



## SECAS, INUNDAÇÕES E DESASTRES SOCIONATURAIS ASSOCIADOS: UMA ANÁLISE ESTATÍSTICA DE PERÍODOS SECOS E CHUVOSOS EM HIDROLÂNDIA-CE

Francisco Railson da Silva Costa<sup>1</sup>; Jander Barbosa Monteiro<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Bacharel em Geografia, Secretaria de Desenvolvimento Agrário e Recursos Hídricos, Prefeitura Municipal de Hidrolândia (PMH), Hidrolândia/CE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8299-9385>

Email: railson.costa00@gmail.com

<sup>2</sup>Doutor em Geografia, Professor Adjunto do Curso de Geografia e Mestrado Acadêmico em Geografia, Universidade Estadual Vale do Acaraú (UVA), Sobral/CE, Brasil.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0086-6923>

Email: jander\_monteiro@uvanet.br

### Resumo

O município de Hidrolândia, inserido no Semiárido Nordeste Brasileiro (NEB), apresenta períodos em que podem ocorrer eventuais desastres socionaturais associados à ausência de chuva ou excesso da mesma, acarretando em estiagens e inundações. O artigo teve como objetivo analisar os desastres socionaturais associados às estiagens e inundações no município de Hidrolândia no período de 1989-2018. Inicialmente, foram obtidos dados pluviométricos na Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos – FUNCEME para aplicação da técnica dos quantis, através do método de Pinkayan (1966). Em seguida, identificaram-se situações de desastres associados aos períodos secos e chuvosos no município, a partir de análises nos documentos presentes no Banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), os quais apresentam informações sobre número de atingidos, decretos de Situação de Emergência (SE), Estado de Calamidade Pública (ECP) e reconhecimento de desastres socionaturais. De forma concomitante, foram identificados os sistemas atmosféricos e teleconexões que interferiram nos acumulados superiores e inferiores. A Zona de Convergência Intertropical - ZCIT foi o sistema atmosférico que mais influenciou na formação de chuvas. Já o El Niño contribuiu consideravelmente para a ocorrência de secas. Ao menos doze situações de desastre foram verificadas em Hidrolândia na série histórica analisada.

**Palavras-chave:** Hidrolândia; Desastres Socionaturais; Quantis.

### DROUGHTS, FLOODS AND SOCIAL-NATURAL DISASTERS ASSOCIATED: A STATISTICAL ANALYSIS OF DRY AND RAINY PERIODS IN HIDROLÂNDIA-CE

#### Abstract

In the municipality of Hidrolândia in inserted in the Brazilian Northeastern Semi-Arid it presents periods in which possible socio-natural disasters can occur associated with the absence of rain or excessive rain, resulting in droughts and floods. The article aimed to analyze the socio-natural disasters associated with droughts and floods in the municipality of Hidrolândia in the period 1989-2018. Initially, rainfall data were obtained from the Cearense Foundation of Meteorology and Water Resources - FUNCEME for application of the quantile technique, using the method of Pinkayan (1966). Then, disaster situations associated with dry and rainy periods in the municipality were identified, based on analyzes in the documents present in the Database of the Integrated Disaster Information System (S2iD), which present information on the number of people affected, decrees Emergency Situation (SE), State of Public Calamity (ECP) and recognition of socio-natural disasters. Concomitantly, atmospheric systems and teleconnections that interfered in the upper and lower accumulations were identified. The Intertropical Convergence Zone - ZCIT was the atmospheric system that most influenced the formation of rains. El Niño contributed considerably to the occurrence of droughts. At least twelve disaster situations were verified in Hidrolândia in the historical series analyzed.

**Keywords:** Hidrolândia; Socionatural Disasters; Quantile.

### SEQUIAS, INUNDACIONES Y DESASTRES SOCIONATURALES ASOCIADOS: UN ANÁLISIS ESTADÍSTICO DE PERÍODOS SECOS Y LLUVIOSOS EN HIDROLÂNDIA-CE

#### Resumen

El municipio de Hidrolândia, inserido en el Nordeste Semiárido Brasileño (NEB), tiene períodos en que se puede ocurrir posibles desastres socionaturales asociados con la escasez de lluvia o

lúvia excessiva, resultando em sequías e inundações. El artículo tuvo como objetivo analizar los desastres socionaturales asociados con sequías e inundações en el municipio de Hidrolândia en el período 1989-2018. Inicialmente, los datos de lluvia se obtuvieron de la Fundación Cearense de Meteorología y Recursos Hídricos (FUNCEME) para la aplicación de la técnica de los cuantiles, utilizando el método de Pinkayan (1966). Luego, se identificaron situaciones de desastre asociadas con períodos secos y lluviosos en el municipio, con base en análisis en los documentos presentes en la Base de Datos del Sistema Integrado de Información de Desastres (S2iD), que presentan informaciones sobre el número de personas afectadas, Situaciones de Emergencia (SE), Estado de Calamidad Pública (ECP) y reconocimiento de desastres socionaturales. Concomitantemente, se identificaron sistemas atmosféricos y teleconexiones que interfirieron en los acumulados de lluvia superior e inferior. La Zona de Convergencia Intertropical - ZCIT fue el sistema atmosférico que más influyó en la formación de lluvias. Mientras que El Niño contribuyó considerablemente para la ocurrencia de sequías. Se verificaron al menos doce situaciones de desastre en Hidrolândia en la serie histórica analizada.

**Palabras-clave:** Hidrolândia; Desastres Socionaturales; Cuantiles.

## 1. INTRODUÇÃO

Os desastres socionaturais estão relacionados à própria evolução da sociedade e a condição em que a mesma se amolda da natureza e usufrui dos seus recursos. Em tempos pretéritos, mesmo com a presença de aglomerações humanas que não eram tão significativas como as que se observam na atualidade, já ocorriam desastres. No entanto, nos últimos decênios, a apreensão com os impactos associados aos desastres socionaturais foram ampliadas de forma notável, tomando proporções gradativamente mais alarmantes.

Desse modo, esse alarmismo pode estar associado aos danos e prejuízos sociais, ambientais e econômicos que os desastres socionaturais têm apresentado nos últimos decênios, ocasionando sucessivos impactos e danos em grandes proporções à muitas sociedades contemporâneas. Tal perspectiva deve-se, particularmente, ao crescimento populacional, a ocupação desordenada e ao intenso processo de urbanização e industrialização (KOBAYAMA et al., 2006).

No Brasil, os desastres socionaturais mais comuns são as inundações, a seca, a erosão e os escorregamentos ou deslizamentos de terra. Consequentemente, eles são os principais responsáveis por uma quantidade elevada de perdas humanas e materiais todos os anos. Por esse motivo, os processos estão fortemente interligados à degradação de áreas instáveis, potencializado pelo desmatamento e ocupação irregular (MAFFRA; MAZZOLA, 2007).

No Nordeste brasileiro, região com maior ocorrência de desastres socionaturais (com cerca de 40% dos eventos do país), aponta-se uma tendência semelhante ao cenário nacional, em outras palavras, uma maior ocorrência de desastres associados à estiagem/seca (apresentando 78% dos eventos na região) e à inundações (em torno de 21% dos eventos na região) (CEPED/UFSC, 2012; BRASIL, 2014, 2016).

Neste âmbito se insere o Estado do Ceará, localizado na porção mais setentrional da região Nordeste, onde as estiagens e as inundações são os desastres socionaturais que mais verificam-se, isto é, estando correlacionados aos impactos oriundos das precipitações, na ocorrência ou não destas. Assim, os estudos associados aos impactos oriundos de precipitações elevadas ou da escassez de chuvas obtêm, cada vez mais, um importante significado no território brasileiro, assim como no Estado do Ceará.

Nesse contexto, o município de Hidrolândia-CE, assim como a maioria dos municípios interioranos que compõe o Semiárido Nordestino Brasileiro (NEB), apresenta períodos secos e chuvosos em que podem ocorrer eventuais desastres socionaturais, associados à ausência de chuva ou excesso da mesma, acarretando em estiagens e inundações.

A fim de considerar o comportamento da chuva a partir da observação de episódios extremos (estiagens e inundações) no município de Hidrolândia, bem como os impactos associados, este artigo objetivou analisar os desastres socionaturais associados às estiagens e inundações no município de Hidrolândia-CE, no período de 1989-2018.

Como objetivos específicos, procurou realizar uma análise estatística para identificar períodos secos e chuvosos na série histórica em análise por meio da técnica dos quantis; identificar, de forma operacional, possíveis situações de desastre no município de Hidrolândia, além de analisar e apontar quais os principais sistemas atmosféricos e teleconexões que influenciaram na ocorrência de anos secos e chuvosos no município.

Localizado a 227 km da capital do Estado (Fortaleza), o município de Hidrolândia está posicionado na região Noroeste do Estado do Ceará (Figura 1). Apresenta um clima Tropical Quente Semiárido, com temperaturas médias anuais em torno de 26° a 28°C, apresentando uma média pluviométrica de 800 mm anuais, com atividades pluviométricas mais significativas no quadrimestre fevereiro-maio. Com uma vegetação predominante de Caatinga Arbustiva Aberta e Floresta Caducifolia Espinhosa, bastante espessa no território, o município praticamente encontra-se inserido na unidade geoambiental da Depressão Sertaneja e na Bacia Hidrográfica do rio Acaraú (SOUZA, 2007).

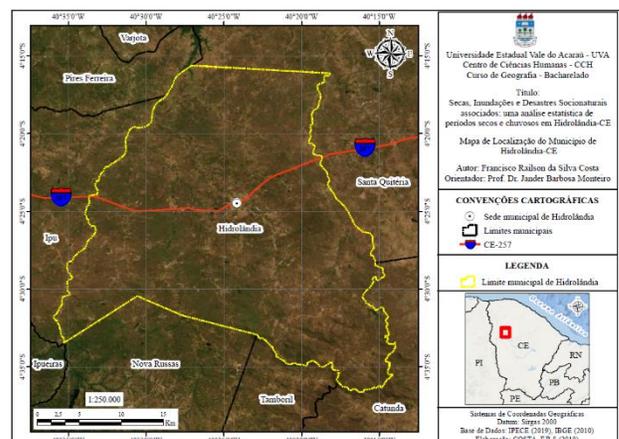


Figura 1 – Mapa de Localização do município de Hidrolândia-CE.. Fonte: autor (2019).

Esta investigação possibilitou, além de uma análise em termos estatísticos sobre o comportamento da chuva no município, a identificação de situações de desastres socionaturais, informações estas que podem ser utilizadas em investigações futuras, bem como para conhecimento do município, sobretudo na gestão pública, no que se refere à tomada de decisões que propiciem medidas preventivas e mitigadoras.

## **2. O DESASTRE SOCIONATURAL EM PERSPECTIVA CONCEITUAL.**

Os desastres podem ser compreendidos como a consequência de eventos adversos que ocasionam impactos na sociedade e são diferenciados em função de sua origem, ou seja, da natureza do fenômeno que o provoca (TOBIN; MONTZ, 1997).

Na perspectiva de Romero e Maskrey (1993), um desastre natural pode ser compreendido a partir do paralelismo existente entre um fenômeno natural perigoso (chuva torrencial, por exemplo), condições socioeconômicas e físicas vulneráveis.

No entanto, há que se destacar que, em muitos casos, seja pela mídia ou pelo senso comum, o que por vezes ocorre é uma interpretação equivocada de que o desastre 'natural' advém de forças naturais ou sobrenaturais poderosas, como se a natureza ou um ser supremo (conexão com uma divindade) agissem sobre a sociedade por desforra.

Mas o pensamento natural ou sobrenatural foi, aos poucos, cedendo lugar a um pensamento mais social e integral dos desastres naturais. O desastre natural deixou de ser visto como uma expressão que se aproxima do conceito de fenômeno natural e aspectos relacionados à forma como as sociedades se organizam e contribuem para o incremento dos desastres passaram a ser considerados. Ora, a própria vulnerabilidade torna-se um componente importante nesta equação complexa. Assim, alguns autores passaram até a utilizar um outra terminologia: desastre socionatural (MONTEIRO; ZANELLA, 2019).

## **3. O BINÔMIO SECA-ENCHENTE NO ESTADO DO CEARÁ E NORDESTE BRASILEIRO.**

Falar do Nordeste brasileiro em uma perspectiva climática pode significar, a princípio e a grosso modo, mencionar as elevadas temperaturas e escassez de chuva. No entanto, nem sempre é essa "imagem" que observamos quando analisamos o comportamento da chuva nesta região, a qual é concentrada em curto período (poucos meses) e mal distribuída no tempo e espaço.

Ademais, para compreender a seca em sua essência, faz-se necessário entender também a própria ocupação e o desenvolvimento econômico da região. Ou seja, não trata-se apenas de escassez de chuva (MONTEIRO, 2016). Existe um forte componente social que deve ser considerado, uma vez que a vulnerabilidade constitui-se como um elemento preponderante na análise. Inclusive, o próprio papel do estado, em especial na implementação de medidas preventivas e políticas públicas representa um verdadeiro ponto de inflexão, contribuindo para minimizar os danos. Do contrário, se ocorre a negligência por parte do poder público, os efeitos associados à ocorrência de secas e inundações acabam por apresentar impactos ainda mais significativos para as populações vulneráveis e desassistidas.

Os relatos de secas importantes permeiam os documentos históricos (ALVES, 2003) e até a literatura que traz como pano de fundo a região Nordeste. Secas como a de 1777-78, 1790-93, 1915, entre outras que ocorreram em períodos mais recentes, como as secas de 1983, 1993, 2012-2016 etc. trazem à tona uma situação recorrente que repercute em perdas, danos e até na adoção de estratégias por parte do poder público (geralmente após grandes secas) e comunidades no intuito de adaptar-se, de conviver com essa situação adversa.

O Estado do Ceará, que possui a grande maioria de seu território encravado em ambiente semiárido, vivencia de forma recorrente a seca. No entanto, entre um episódio e outro de seca, as fortes chuvas evidenciam um curioso contraste no Estado, mais uma vez desencadeando danos humanos e materiais vultosos, principalmente em áreas densamente urbanizadas.

Enquanto a mídia impressa proporcionava destaque de capa nos jornais de circulação local por conta dos danos associados às chuvas torrenciais de 1974, o país assistiu perplexo às manchetes televisivas em 2009 que apresentavam um cenário caótico em muitos municípios cearenses, em virtude das fortes chuvas.

Ainda que o povo nordestino aguarde ansiosamente a temporada de chuvas, tais eventos extremos, quando ocorrem, desencadeiam desastres de grandes proporções. E assim o binômio seca-enchente torna-se tão marcante nessa região e necessário de ser compreendido em sua essência.

Esse comportamento da chuva é, em grande parte, fruto da flutuação e intensidade do principal sistema atmosférico que ocasiona chuvas importantes na porção setentrional do Nordeste Brasileiro: a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT, principalmente no quadrimestre chuvoso fevereiro-maio para o Estado do Ceará. Ademais, outros mecanismos como o El Niño Oscilação Sul - ENOS e o Dipolo de TSM do Atlântico Intertropical são importantes preditores para definir o quão abundante serão as chuvas no período (FERREIRA; MELLO, 2005; XAVIER, 2001; MONTEIRO, 2016).

Alguns sistemas atmosféricos também podem contribuir com acumulados importantes e até atuar conjuntamente com a ZCIT, como os Vórtices Ciclônicos em Altos Níveis - VCAN, Distúrbios Ondulatórios de Leste - DOLS, Complexos Convectivos de Mesoescala, dentre outros.

## **4. METODOLOGIA**

No intuito de fomentar as análises e discussões desenvolvidas, fez-se necessário um levantamento bibliográfico sobre a temática abordada, a partir de autores que explicam os desastres naturais/socionaturais em uma perspectiva teórica, inclusive aqueles mais recorrentes no Estado do Ceará (secas e inundações), além de autores que evidenciam e analisam os principais sistemas atmosféricos e teleconexões que podem oferecer uma influência significativa no comportamento da chuva.

Posteriormente, foram obtidos dados pluviométricos através da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos - FUNCEME, com a utilização de dados de precipitações do posto pluviométrico de Hidrolândia, o Posto 55, no intuito de analisar o comportamento da chuva no período 1989-2018.

No intuito de definir e classificar, de forma clara e objetiva, anos secos e chuvosos, após a tabulação das informações sobre os acumulados de chuva do posto, foi aplicada a técnica dos quantis,

através do método que Pinkayan (1966) empregou em sua pesquisa, uma divisão em 5 classes: Muito Seco, Seco, Normal, Chuvoso e Muito Chuvoso, a partir da série histórica de 30 anos (1989 a 2018).

Tais classes foram representadas a partir do intervalo entre os quantis  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ . As classes extremas (Muito Seco e Muito Chuvoso), neste sentido, apresentam um intervalo relativamente menor (apenas 15%), o que permite uma abordagem estatística mais compreensível e correta que leva em consideração uma distribuição normal, uma vez que a classe Normal apresenta o maior intervalo (30%).

Uma análise compreensível para o quantil  $Q_p$  é a seguinte: acreditando que a probabilidade  $p$  é expressada em porcentagens, espera-se que em  $p(\%)$  dos anos a quantidade de chuva “X” não deve extrapolar o valor desse quantil  $Q_p$ , em milímetros, à medida que para  $(100 - p) \%$  dos anos tal valor será ultrapassado. A título de exemplo, para as ordens quantificas  $p = 0,15; 0,35; 0,65; e 0,85$  (15%, 35%, 65% e 85%), os quantis referentes são  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$ . Dessa forma, possuiríamos uma divisão em 5 classes (MONTEIRO, 2011; XAVIER, 2001).

Desta forma, a totalidade de chuva armazenada em cada mês de cada ano da série histórica são colocados juntos em uma tabela e, logo depois, os valores são reunidos para obtenção do total pluviométrico acumulado durante cada ano. Em seguida, os valores anuais são ordenados, ou seja, do menor para o maior, com a finalidade de aplicar a técnica dos quantis.

Na intenção de simplificar a compreensão da distribuição normal dos quantis para os anos observados na série histórica, os acumulados foram dispostos do ano mais seco para o mais chuvoso da série, no intuito de compreender melhor, em sua essência, a aplicação da técnica (Figura 2).

Anos	Total acumulado em mm (do menor para o maior)	
2015	314	ANOS MUITO SECOS (15%)
1998	414	
2012	438	
2014	471	
2001	479,8	
1993	482,6	ANOS SECOS (20%)
2013	484	
1992	555,8	
2006	556	
2016	618	
1997	684,8	ANOS NORMAIS (30%)
1990	692,4	
2010	695	
2007	727,6	
2000	730	
1991	751,2	ANOS CHUVOSOS (20%)
2017	760	
2002	775	
2005	780	
1999	796	
2011	891	ANOS MUITO CHUVOSOS (15%)
2004	960	
2008	1025,3	
2003	1055,5	
1995	1065	
2018	1136,8	
1989	1170,4	
2009	1198	
1996	1250,6	
1994	1268,7	

Figura 2 – Valores de chuva acumulada nos anos da série histórica e suas prováveis classificações conforme a divisão proposta na pesquisa. Fonte: adaptado de Monteiro (2011).

Foram realizadas consultas ao Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), a partir dos relatórios que apresentam os diversos danos e prejuízos ocasionados por situações de desastres nos anos mais chuvosos e mais secos em Hidrolândia (considerando o recorte temporal 1989-2018), bem como os arquivos digitais que contêm documentos que consolidam um histórico dos desastres associados a fenômenos adversos.

Cabe salientar que o Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD) faz uma distinção entre os termos seca e estiagem. Considera seca, com base no conceito meteorológico, onde a seca seria uma estiagem prolongada, caracterizada por ocasionar uma redução drástica nos reservatórios hídricos existentes. Por sua vez, a estiagem é caracterizada por apresentar uma redução nas atividades pluviométricas, nesse caso, a ausência de chuva durante o determinado período chuvoso.

De forma concomitante, foram identificados e analisados os sistemas atmosféricos e teleconexões que exerceram importante influência no acumulado de chuva em Hidrolândia em cada ano do período de análise.

### 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em Hidrolândia, as chuvas se intensificam no quadrimestre chuvoso, ou seja, no período entre os meses de fevereiro e maio. Nos demais meses, geralmente observa-se a estação seca, principalmente no segundo semestre do ano.

Desta forma, os acumulados anuais da série histórica analisada durante os trinta anos (1989-2018), considerando o posto pluviométrico 55 (posto localizado na sede de Hidrolândia), foram colocados em ordem crescente (Figura 3) para posterior à aplicação da técnica dos quantis, definindo assim os quantis  $Q(0,15)$ ,  $Q(0,35)$ ,  $Q(0,50)$ ,  $Q(65)$  e  $Q(0,85)$ .

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
y (mm)	314	414	438	471	479,8	482,6	484	555,8	556	618
$P_i=i/(N+1)$	1/31	2/31	3/31	4/31	5/31	6/31	7/31	8/31	9/31	10/31
	0.032	0.064	0.096	0.129	0.161	0.193	0.225	0.258	0.290	0.322
i	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
y (mm)	684,8	692,4	695	727,6	730	751,2	760	775	780	796
$P_i=i/(N+1)$	11/31	12/31	13/31	14/31	15/31	16/31	17/31	18/31	19/31	20/31
	0.354	0.387	0.419	0.451	0.483	0.516	0.548	0.580	0.612	0.645
i	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
y (mm)	891	960	1025,3	1055,5	1065	1136,8	1170,4	1198	1250,6	1268,7
$P_i=i/(N+1)$	21/31	22/31	23/31	24/31	25/31	26/31	27/31	28/31	29/31	30/31
	0.677	0.709	0.741	0.774	0.806	0.838	0.870	0.903	0.935	0.967

Figura 3 – Valores ordenados para aplicação da técnica dos quantis em Hidrolândia.. Fonte: adaptado de Monteiro (2011).

Após aplicação da técnica estatística dos quantis, foram identificados os limiares em milímetros (mm) previstos, determinando assim as cinco classes propostas (Figura 4).

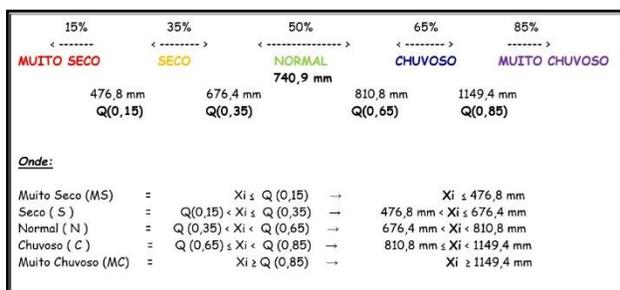


Figura 4 – Valores estabelecidos para os quantis de Hidrolândia. Fonte: adaptado de Monteiro (2011).

Assim, os acumulados anuais situados abaixo do limiar do  $Q(0,15)$  ficaram classificados como muito seco, enquanto que entre  $Q(0,15)$  e  $Q(0,35)$  na classe seco, entre  $Q(0,35)$  e  $Q(0,65)$  na classe normal, entre  $Q(0,65)$  e  $Q(0,85)$  na classe chuvoso, e os acumulados anuais acima de  $Q(0,85)$  na classe muito chuvoso.

Em seguida, os acumulados anuais, após sua devida classificação, foram organizados no intuito de facilitar a visualização (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação dos valores estabelecidos para cada classe quantílica da série histórica de Hidrolândia (1989-2018). Fonte: autor (2021). Fonte: autor (2021).

Anos	Acumulado (em milímetros)	Classificação
1989	1170,4	Muito Chuvoso
1990	692,4	Normal
1991	751,2	Normal
1992	555,8	Seco
1993	482,6	Seco
1994	1268,7	Muito Chuvoso
1995	1065	Chuvoso
1996	1250,6	Muito Chuvoso
1997	684,8	Normal
1998	414	Muito Seco
1999	796	Normal
2000	730	Normal
2001	479,8	Seco
2002	775	Normal
2003	1055,5	Chuvoso
2004	960	Chuvoso
2005	780	Normal
2006	556	Seco
2007	727,6	Normal
2008	1025,3	Chuvoso
2009	1198	Muito Chuvoso
2010	695	Normal
2011	891	Chuvoso
2012	438	Muito Seco
2013	484	Seco
2014	471	Muito Seco
2015	314	Muito Seco
2016	618	Seco
2017	760	Normal
2018	1136,8	Chuvoso

Com a finalidade de identificar a ocorrência de desastres sionaturais em Hidrolândia, foram utilizadas informações da Defesa Civil do Estado, através do banco de dados do Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD), que contém documentos que apontam para a ocorrência de possíveis situações de desastre. Estes apresentam informações sobre número de atingidos e decretos de Situação de Emergência (SE) e Estado de Calamidade Pública (ECP), os quais são importantes indicadores de situações de desastre associados à seca, estiagem e inundações (Tabela 2).

Tabela 2 - Histórico dos desastres associados: secas, estiagens e inundações em Hidrolândia. Fonte: Sistema Integrado de Informações sobre Desastres (S2iD).

Histórico dos desastres associados: secas, estiagens e inundações - Hidrolândia				
Ano	Documento	Evento	Tipo de Decreto	Números de Atingidos
1993	Portaria	Seca	ECP	-
2001	Portaria	Estiagem	ECP	-
2005	Avadan	Estiagem	SE	8565
2007	Avadan	Estiagem	SE	8843
2008	Avadan	Inundações	-	18116
2009	Avadan	Inundações	SE	3302
2010	Avadan	Estiagem	SE	5156
2012	Nopred	Estiagem	SE	4660
2013	Portaria	Seca	SE	-
2014	Fide	Seca	SE	572
2015	Fide	Seca	SE	572
2016	Fide	Seca	-	5720

Contudo, cabe salientar que os anos iniciais da série histórica analisada não apresentavam informações suficientes quanto ao número de atingidos, por exemplo. Apenas obteve-se acesso às portarias que reconheciam situações de seca e estiagem, bem como possíveis decretos de Situação de Emergência – SE e Estado de Calamidade Pública – ECP emitidos pelo Governo do Estado do Ceará.

Hidrolândia apresentou, considerando a série histórica em análise, um maior número de decretos de situação de emergência (SE), os quais ocorreram em oito anos (2005, 2007, 2009, 2010, 2012, 2013, 2014, 2015). Nestes anos, os desastres associados à estiagem e seca foram mais recorrentes. Dentre eles, anos consecutivos (2014 e 2015), foram considerados anos muito secos.

Inclusive, no ano de 2015 foi identificado o menor acumulado pluviométrico na série histórica analisada e, como resultado, verificou-se uma perda na produção agrícola, acarretando na venda de rebanho de bovinos, ovinos, caprinos e dentre outros animais e produtos da pecuária.

Registrou-se, sobretudo, a redução drástica do aporte hídrico do açude Paulo Sarasate (Araras), chegando a um nível alarmante, com cerca de 3,46% de sua capacidade (Figura 5), culminando em problemas de abastecimento no município. No entanto, Decretos de Estado de Calamidade Pública (ECP), ocorreram apenas em dois anos (1993 e 2001). Os mesmos foram apontados como anos secos da série histórica.



Figura 5 – Comparação do aporte hídrico do açude Paulo Sarasate (Araras): quantidade máxima atingida em 2009 (a) e quantidade mínima atingida em 2015 (b). Fonte: Portal Hidrolândia 24 horas (2015).

Considerando as inundações, observou-se Decreto de Situação de Emergência (SE) apenas no ano de 2009, considerado muito chuvoso em Hidrolândia, apresentando um dos maiores acumulados registrados na série histórica trabalhada, aproximadamente 1198,0 mm. O elevado aporte hídrico do riacho Batoque, por exemplo, ocasionou inundações na sede urbana de Hidrolândia, especificamente nos bairros Progresso, Nova Hidrolândia e Vila Freitas (Figura 6).



Figura 6 – Ocorrência de inundações na sede urbana de Hidrolândia no ano de 2009. Fonte: Portal Hidrolândia 24 horas (2011).

O ano de 2008 também apresentou um importante acumulado (1025,3 mm) e destaca-se pelo número de atingidos por inundações (mais de 18.000 atingidos, de acordo com as informações da Defesa Civil).

Os documentos disponibilizados no S2iD chamam atenção pelos prejuízos mencionados, como sangria e arrombamentos de açudes, danos a estradas e comprometimento de serviços básicos (como saúde e educação), afetando diretamente as famílias da zona rural de Hidrolândia, sobretudo os distritos Betânia e Conceição.

Quanto aos prejuízos econômicos, a agricultura de subsistência foi a mais afetada. Culturas de milho e feijão apresentaram prejuízos significativos. Neste período, era esperada uma produção inicial de 10935 toneladas, por conta das chuvas intensas. Porém, observou-se uma produção final com cerca de 6665 toneladas, obtendo uma perda média de 39,14% da lavoura prevista para colheita. Em consequência, a renda de muitas famílias foi impactada.

Quanto ao número de pessoas atingidas pelos desastres socionaturais ocorridos em Hidrolândia, estes foram mais expressivos quando associados às estiagens, conjuntamente com as secas.

De acordo com os dados da Defesa Civil, os anos de 2014, 2015 e 2016 foram notificados através do Formulário de Informações de Desastres – FIDE. O formulário é utilizado para designar o reconhecimento das Situações de Emergência (SE) ou de Estado de Calamidade Pública (ECP) referente aos desastres.

Nestes anos, a população mais afetada foi aquela residente na zona rural, principalmente dos distritos de Irajá, Betânia e Conceição. Em decorrência da situação de seca, verificou-se uma perda significativa na produção agrícola, como também na atividade pecuária, inclusive com a diminuição no aporte hídrico do reservatório Paulo Sarasate (Araras) que abastece o município (Figura 7).



Figura 7 – Escassez hídrica do reservatório Paulo Sarasate (Araras) no ano de 2015. Fonte: Paiva (2015).

Vale ressaltar que dezoito anos da série histórica em análise (1989, 1990, 1991, 1992, 1994, 1995, 1996, 1997, 1998, 1999, 2000, 2002, 2003, 2004, 2006, 2011, 2017 e 2018) sequer foram mencionados aqui. Isso não significa que situações de desastre

não foram experienciadas pela população. Acredita-se que alguns danos não foram devidamente registrados/identificados no Sistema ou não foram notificados pelo município/Defesa Civil, podendo acarretar em uma deficiência de informações.

Com relação a influência de sistemas atmosféricos nos anos da série histórica analisada, a Zona de Convergência Intertropical - ZCIT foi o sistema atmosférico que mais influenciou no acumulado de chuvas durante o quadrimestre chuvoso (fevereiro, março, abril e maio). Este é considerado um sistema de ampla proporção, formado através do encontro dos ventos alísios do hemisfério norte e do hemisfério sul, onde as Temperaturas da Superfície do Mar (TSM) é uma das condições determinantes para o seu posicionamento e, sobretudo, sua intensidade.

Quanto às teleconexões oceano-atmosfera, observa-se uma importante influência do El Niño em anos secos, que nada mais é que o aquecimento das temperaturas da superfície marítima no Oceano Pacífico Equatorial, interferindo na formação de nuvens de chuva no quadrimestre chuvoso e desencadeando menores acumulados no Estado e, conseqüentemente, em Hidrolândia. Por sua vez, o fenômeno oposto, denominado de “La Niña”, em referência ao resfriamento das águas do Pacífico Equatorial, pode ter contribuído para acumulados expressivos no quadrimestre chuvoso, situação verificada em 1989, 2008 e 2009, por exemplo.

O El Niño atuou no período analisado, variando entre fraco (no ano de 2015), em transição de neutro para fraco nos anos 1991, 1997 e 2002, moderado em apenas um ano (1992) e forte nos anos 1998 e 2016 (Tabela 3). Já a La Niña variou de fraca em três anos (2009, 2017 e 2018), moderada em dois anos (2008 e 2011) e forte nos anos 1989 e 2010. Além disso, observaram-se anos considerados neutros: 1990, 1993, 1994, 2004, 2013 e 2014.

Tabela 3 - ENOS e Dipolo do Atlântico no quadrimestre fevereiro-maio. Fonte: Autor (2021), baseado em informações da FUNCEME e NOAA.

ENOS e Dipolo do Atlântico no quadrimestre fevereiro-maio		
Ano	Enos no Quadrimestre Fevereiro-Maio	Dipolo do Atlântico
1989	La Niña Forte	Favorável (negativo)
1990	Neutro	Neutro
1991	Transição Neutro/El Niño Fraco	Favorável (negativo)
1992	El Niño Moderado	Desfavorável (positivo)
1993	Neutro	Neutro
1994	Neutro	Favorável (negativo)
1995	Transição El Niño Fraco/Neutro	Favorável (negativo)
1996	Transição La Niña Fraca/Neutro	Favorável (negativo)
1997	Transição Neutro/El Niño Fraco	Desfavorável (positivo)
1998	El Niño Forte	Neutro
1999	La Niña Moderada	Favorável (negativo)
2000	La Niña Moderada	Favorável (negativo)

2001	Transição La Niña Fraca/Neutro	Neutro
2002	Transição Neutro/El Niño Fraco	Favorável (negativo)
2003	Transição El Niño Fraco/Neutro	Neutro
2004	Neutro	Neutro
2005	Transição El Niño Fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)
2006	Transição La Niña Fraca/Neutro	Neutro
2007	Transição El Niño Fraco/Neutro	Desfavorável (positivo)
2008	La Niña Moderada	Favorável (negativo)
2009	La Niña Fraca	Favorável (negativo)
2010	La Niña Forte	Neutro
2011	La Niña Moderada	Favorável (negativo)
2012	Transição La Niña Fraca/Neutro	Desfavorável (positivo)
2013	Neutro	Neutro
2014	Neutro	Favorável (negativo)
2015	El Niño Fraco	Desfavorável (positivo)
2016	El Niño Forte	Favorável (negativo)
2017	La Niña Fraca	Favorável (negativo)
2018	La Niña Fraca	Desfavorável (positivo)

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos últimos anos, os impactos resultantes dos desastres socionaturais relacionados às precipitações (acumulados superiores e inferiores) tem-se intensificado no Brasil. No que se refere ao Estado do Ceará, a cidade de Hidrolândia apresentou alguns fenômenos de estiagens, secas e inundações que durante o período em análise contribuíram para o desencadeamento de prejuízos econômicos e materiais, impactando diretamente a sociedade e que foram caracterizados como Desastres Socionaturais.

Em conformidade com os resultados levantados a partir desta investigação, foi possível constatar a importante influência que a atuação da Zona de Convergência Intertropical – ZCIT exerce para a obtenção de acumulados expressivos em anos chuvosos. Do contrário, a estiagem/seca acaba apresentando-se como o desastre que desencadeia danos significativos naquele respectivo ano em análise.

Em anos de “La Niña”, o cenário geralmente aponta para um posicionamento favorável da ZCIT. No entanto, há que se observar também o papel importante das TSMs do Atlântico Tropical que, quando encontram-se mais aquecidas próxima à costa do Nordeste e resfriadas em porções mais setentrionais do Atlântico, apresentam condições favoráveis à intensificação/atuação da ZCIT. No entanto, esse padrão cambiante pode modificar o cenário esperado rapidamente.

Quanto aos períodos secos, a ocorrência do El Niño, principalmente se este for de forte ou moderada intensidade,

parece oferecer à região uma importante predição de que mais um ano de ‘seca’ será experienciado. Ademais, temperaturas mais aquecidas distantes da costa, em porções setentrionais do Oceano Atlântico Intertropical acabam por interferir no posicionamento da ZCIT, não trazendo umidade suficiente no quadrimestre chuvoso tão aguardado pela população desse ambiente semiárido.

A aplicação da técnica dos quantis demonstrou para o município de Hidrolândia, de forma clara e objetiva, uma relevância metodológica e sistemática para o estudo climático na determinação de períodos secos e chuvosos em uma longa série histórica. Ademais, contribuiu para a análise de possíveis influências (teleconexões oceano-atmosfera e sistemas atmosféricos) que interferiram no comportamento da chuva na localidade.

Por fim, procurar entender o comportamento da chuva em Hidrolândia representa um primeiro passo para aprender a lidar com situações de desastre socionatural, possibilitando aos tomadores de decisão recursos para ‘pensar’ e desenvolver medidas mitigadoras, minimizando impactos e estabelecendo uma cultura de convivência.

No entanto, tais medidas fazem parte de um sistema bastante melindroso, envolvendo vários atores sociais, responsabilidades e mudança de atitude. Ou seja, mais do que compreender a chuva e a exposição à riscos associados à inundações e secas, faz-se necessário analisar a vulnerabilidade das populações, a resiliência, entre outros componentes que configuram essa complexa equação.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALVES, Joaquim. *História das secas: séculos XVII a XIX*. Fortaleza: Fundação Waldemar Alcântara, 2003. 262 p.
- CEPED/ UFSC. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres. *Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2010*: volume Brasil. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012. 94p.
- FERREIRA, Antônio Geraldo; MELLO, Namir Giovanni da Silva. Principais sistemas atmosféricos atuantes sobre a Região Nordeste do Brasil e a influência dos Oceanos Pacífico e Atlântico no clima da região. *Revista Brasileira de Climatologia*, Presidente Prudente, v. 1, n. 1, p. 15-28, 2005.
- KOBIYAMA, Masato; MENDONÇA, Magaly; MORENO, Davis Anderson; MARCELINO, Isabela P. V. de Oliveira; MARCELINO, Emerson V.; GONÇALVES, Edson F.; BRAZETTI, Letícia Luiza Penteadó; GOERL, Roberto Frabris; MOLLERI, Gustavo S. Fontes; RUDORFF, Frederico de Moraes. *Prevenção de desastres naturais: conceitos básicos*. Curitiba – PR: Organic Trading, 2006. 109 p.
- MAFFRA, Cristina de Queiroz Telles; MAZOLLA, Marcelo. As razões dos desastres em território brasileiro. In: SANTOS, Rozely Ferreira dos (Org.). *Vulnerabilidade ambiental: desastres naturais ou fenômenos induzidos?* Brasília: MMA, 2007. p. 9-12.

- 
- MONTEIRO, J. B. *Chover, mas chover de mansinho*: desastres naturais e chuvas extremas no Estado do Ceará. 2011. Dissertação (Mestrado em Geografia.) - Programa de Pós-graduação em Geografia, Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará. Fortaleza, 2011. 198 p.
- MONTEIRO, J. B. *Desastres naturais no estado do Ceará*: uma análise de episódios pluviométricos extremos. 2016. Tese (Doutorado em Geografia) – Centro de Ciências, Departamento de Geografia, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016. 255 p.
- MONTEIRO, J. B. ZANELLA, M. E. Desnaturalizando o desastre: as diferentes concepções teóricas que envolvem o conceito de desastre natural. *Revista da Casa da Geografia de Sobral*, Sobral; v. 21, n. 1, p. 40-54, Jun. 2019. Disponível em: <<http://uvanet.br/rcgs>>. Acesso em: 30 de jul. de 2019.
- PINKAYAN, S. *Conditional probabilities of occurrence of Wet and Dry Years Over a Large Continental Area*. Colorado: Hydrology Papers/State University, 1966.
- ROMERO, Gilberto; MASKREY, Andrew. Como entender los desastres naturales. *Predes*, 1993, n.1, 5 p.
- SOUZA, M. J. N. Compartimentação Geoambiental do Ceará. In: SILVA, J. B.; CAVALCANTE, T. C.; DANTAS, E. W. C. *Ceará: um novo olhar geográfico*. Fortaleza: Edições Demócrito Rocha, 2007. p.127-140.
- TOBIN, G. A; MONTZ, B. E. *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press, 1997. 388p.
- XAVIER, Terezinha de Maria Bezerra S. *Tempo de chuva*: estudos climáticos e de previsão para o Ceará e Nordeste setentrional. Fortaleza: ABC Editora, 2001.
- 

Recebido em: 30/04/2020

Aceito para publicação em: 30/09/2021